TODEA M. VINTILĂ

trasarea în construcția de mașini

EDITURA TEHNICĂ

Scanned with OKEN Scanner

I. U. P. S. R.
№ 269
BIBL. TEHNICĂ

Prefață

În actualul cincinal, ritmul și proporțiile dezvoltării economiei naționale, xigențele impuse de revoluția științifico-tehnică ridică în fața muncitorilor, ehnicienilor și inginerilor din industria construcțiilor de mașini probleme iari și complexe. Îndeplinirea acestora pune pe primul plan fabricarea nor utilaje și instalații de cea mai bună calitate, cu parametri de exploatare it mai ridicați.

În ansamblul proceselor tehnologice de fabricație un loc bine determinat ocupă operațiile de trasaj. În construcția de mașini, trasarea se execută în derea debitării, prelucrării sau poziționării.

Trasarea pentru debitare constă în trasarea pe laminate (profiluri sau ıble) a dimensiunilor pieselor ce urmează a fi debitate, care se execută după sene sau șabloane, în funcție de caracterul producției și de mărimea pie- lor.

Trasarea pieselor pentru prelucrare se face în scopul stabilirii contururi- r finale ale pieselor care se obțin prin prelucrări ulterioare.

Trasarea de poziționare constă în trasarea unei piese sau a unui ansamblu ntru determinarea locului unde trebuie să se monteze o altă piesă sau un l ansamblu.

Scopul trasajului în atelierele prelucrătoare este de a crea pe piesă un stem de repere menit să orienteze și să simplifice operațiile pe mașini-unelte. e modul în care este efectuat trasajul depinde precizia prelucrării.

Diversitatea operațiilor de trasaj necesită din partea trasatorului un izont larg de cunoștințe.

Astfel, în afară de cunoașterea desăvîrșită a desenului tehnic, trasatorul buie să cunoască construcții geometrice, desfășurarea corpurilor geometrice ale intersecțiilor acestora, noțiuni despre construcția instrumentelor și

Scanned with OKEN Scanner

aparatelor de măsurat, despre abaterile și toleranțele dimensiunilor, despre sculele și utilajele pentru trasare.

Autorii au căutat ca prin această lucrare să pună la îndemîna trasatorului aceste cunoștințe.

De asemenea, în carte sînt descrise metodele clasice de trasare în construcția de mașini, precum și unele metode moderne (trasajul optic). Dată fiind diversitatea mare a pieselor ce intră în componența mașinilor și utilajelor, în lucrare sînt prezentate numai acele metode de trasare caracteristice mai multor grupuri de piese. Tehnologia de trasare pentru fiecare piesă în parte se descrie în funcție de complexitatea și mărimea ei.

Exemplele caracteristice prezentate vor permite însușirea mai ușoară a cunoștințelor și aplicarea lor.

AUTORII

Scanned with OKEN Scanner

1.1. *Obiectul și scopul trasării*

În construcția de mașini, majoritatea pieselor se obțin din semifabricate turnate, forjate, laminate etc., care, în general, sînt prelucrate la forma și dimensiunile necesare pe mașini-unelte.

Pentru ca prin prelucrările prin așchiere să se înlăture numai adaosul de prelucrare, semifabricatele se trasează în prealabil. Această operație constă în marcarea pe materialul brut a limitelor adaosului de prelucrare, prin imprimare cu acul de trasare sau cu punctatorul.

Înainte de trasare, trasatorul studiază cu atenție desenul piesei și controlează piesa. El se convinge de existența adaosului de prelucrare pe toate suprafețele ce urmează a fi prelucrate și de posibilitatea repartizării corecte a adaosului pe toate suprafețele. După aceea execută trasarea ținînd seama de succesiunea operațiilor de prelucrare din procesul tehnologic.

În transpunerea indicațiilor desenului pe piesă, trasatorul trebuie să aibă noțiuni temeinice privind:

— citirea ușoară și corectă a desenelor de execuție și de ansamblu;

— cunoașterea metodelor de măsurare și transpunere a diferitelor dimensiuni cu ajutorul aparatelor de măsură, precum și precizia acestora;

— executarea construcțiilor geometrice (în plan sau în spațiu) necesare transpunerii desenului pe piesa brută și cunoașterea unor noțiuni elementare de trigonometrie;

— cunoașterea tehnologiei de prelucrare a piesei care se trasează, pentru ca planele de referință alese la trasare să coincidă, pe cît posibil, cu planele de așezare și de fixare ale piesei în timpul operațiilor ulterioare de trasare.

Trasarea este în general o operație costisitoare, necesitînd calificare înaltă și timpi mari de lucru; precizia economică a prelucrărilor după trasaj variază practic între 0,2 și 0,5 mm.

În prezent, trasarea se folosește numai în producția individuală, în serie mică și la prelucrarea pieselor mari și grele, unde construirea dispozitivelor nu este economică.

Scanned with OKEN Scanner

1.2. *Organizarea locului de muncă al trasatorului*

Locul de muncă al trasatorului este acea parte a suprafeței productive dintr-o secție sau atelier în care se execută operațiile de trasare. Locul de muncă poate fi destinat atît unui singur muncitor, cît și unei echipe sau brigăzi. În unele întreprinderi mari, pe spațiul destinat operațiilor de trasare pot lucra concomitent mai multe echipe de trasatori.

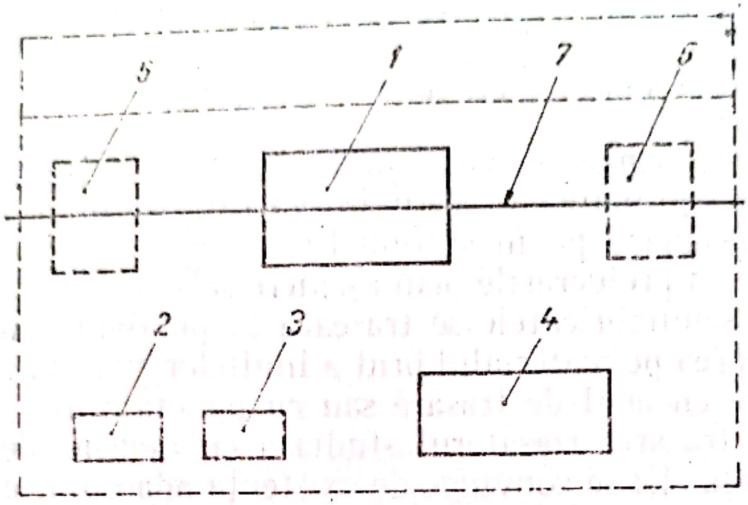


Fig. 1.1

Pe spațiul locului de muncă al trasatorului sînt dispuse obiectele necesare realizării trasării, semifabricatele, sculele și dispozitivele necesare acestor operații. De felul cum sînt amplasate toate acestea depinde productivitatea muncii trasatorului. Fiecare mișcare suplimentară a muncitorului, mai ales dacă în timpul operației de trasare se repetă de mai multe ori, îl obosește și-i reduce din productivitate.

De obicei locul de muncă al trasatorului în atelierele de prelucrare (fig. 1.1) este dotat cu o masă de trasare *1*, un dulap *2* pentru scule, unelte și dispozitive de măsurat și de trasat, un dulap *3* pentru șabloane, o masă *4* pentru pregătirea semifabricatelor în vederea trasării (curățire și vopsire) și locurile *5* și *6* pentru depozitarea semifabricatelor înainte de trasare și respectiv după trasare. În cazul trasării semifabricatelor grele, locul de muncă al trasatorului trebuie servit de o macara monoșină *7*.

Locul de muncă al trasatorului trebuie bine organizat, descongestionat de piese și ținut curat, pentru a obține o productivitate ridicată, cu eforturi minime.

1.3. *Măsuri de protecția muncii la operațiile de trasare*

În executarea operațiilor de trasare, trasatorul trebuie să respecte următoarele reguli de protecția muncii:

Scanned with OKEN Scanner

— folosirea ochelarilor de protecţie împotriva impurităţilor ce ar sări de pe semifabricate şi polizor;

— în cazul lucrului cu mai multe paralele, acestea trebuie astfel aşezate pe placa de trasaj, încît vîrfurile acestora să nu producă accidente; vîrfurile ascuţite şi muchiile tăietoare ale instrumentelor de trasat trebuie întotdeauna ferite sau prevăzute cu apărători;

— piesele ce depăşesc greutatea de 20 kg trebuie aşezate şi rotite pe placa de trasat numai cu ajutorul mijloacelor de transport şi ridicat;

— trebuie acordată multă atenţie stabilităţii pieselor atît pe placa de trasaj, cît şi în dispozitive, în care scop se vor folosi numai prisme speciale, plăci şi cricuri, şi nu blocuri, bare, pene întîmplătoare etc.;

— se va acorda atenţie cablurilor electrice şi lămpilor portative; tensiunea curentului electric folosit nu trebuie să depăşească 24 V; lămpile propriu-zise trebuie să aibă plase protectoare;

— trecerile şi căile de acces din jurul plăcii de trasaj să fie întotdeauna libere;

— în cazul trasării pieselor pe maşini-unelte, în mod obligatoriu acestea se vor opri din mers;

— legarea, ridicarea şi deplasarea pieselor grele se va efectua numai sub conducerea atentă a macaragiului;

— la trasarea pieselor voluminoase cu înălţime mare se va folosi scara ale cărei picioare vor fi asigurate cu cauciuc; scara va fi fixată sub un unghi nu mai mare de 60° faţă de podea;

— îndepărtarea prafului şi a zgurei sau ţunderului de pe placa de trasare se face numai cu ajutorul periei, iar de pe plăcile mari cu ajutorul măturii;

— este interzisă rotirea sau răsucirea pieselor pe placa de trasare;

— se va acorda atenţia cuvenită dispunerii corecte a stelajelor şi la aşezarea pe acestea a pieselor;

— respectarea cu stricteţe a regulilor de pază contra incendiilor; se va fuma numai în locurile destinate, cîlţii şi alte materiale îmbibate în ulei se vor arunca numai în cutii speciale din oţel;

— curăţirea şi ordinea la locul de muncă să fie respectate cu stricteţe;

— este necesar ca laturile plăcilor mari de trasare să fie căptuşite cu scînduri; în cazul temperaturilor scăzute se va proceda la încălzirea plăcii de trasare.

Pentru prevenirea oricărui accident de muncă, este obligatoriu să fie respectat întocmai prevederile normelor republicane şi departamentale de protecţie a muncii şi regulamentul de ordine interioară al întreprinderii, iar pretutindeni să fie întărită disciplina de producţie.

Scanned with OKEN Scanner

2.1. *Construcţii de linii drepte, perpendiculare şi paralele*

O linie dreaptă — drumul cel mai scurt între două puncte — este determinată atunci cînd se cunosc două puncte ale ei sau unghiul pe care-l face cu o altă dreaptă determinată şi un punct al ei.

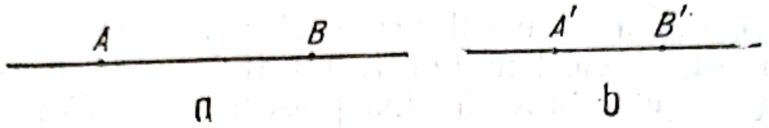


Fig. 2.1

Trasarea unei linii drepte este cu atît mai precisă cu cît cele două puncte care o determină sînt mai îndepărtate. Astfel, trasarea liniei drepte între punctul A şi B din fig. 2.1, *a* va fi mult mai exactă decît trasarea liniei drepte între punctele A' şi B' din fig. 2.1, *b*.

Ridicarea unei perpendiculare pe o dreaptă într-un punct dat. Dreapta care face cu o altă dreaptă un unghi drept (de 90°) se numeşte perpendiculară. Pentru a ridica o perpendiculară într-un punct M al unei drepte (fig. 2.2) se procedează în felul următor: se trasează, cu ajutorul unui compas care are vîrful în punctul M, un arc de cerc care va intersecta dreapta în punctele A şi B. Cu vîrful compasului în A şi cu o rază de cerc mai mare decît distanţa AM, se trasează un arc de cerc. Cu aceeaşi rază, dar cu vîrful compasului în B, se trasează un alt arc de cerc, care se va intersecta cu primul în punctul N. Unind punctele M cu N se obţine segmentul de dreaptă MN care este perpendicular pe dreapta dată în punctul dorit.

Coborîrea unei perpendiculare dintr-un punct dat pe o dreaptă. Din punctul O (fig. 2.3) trebuie să se coboare o dreaptă care să fie perpendiculară pe dreapta AB. Se procedează astfel: din punctul O, ca centru, se trasează un arc de cerc care intersectează dreapta în punctele A şi B. Din punctul A, cu o rază de cerc oarecare, se duce cîte un arc de cerc de o parte şi de alta a dreptei. Din punctul B, cu aceeaşi rază, se vor duce arcuri de cerc care se vor intersecta cu primele în punctele M şi N. Unind aceste două puncte, se obţine perpendiculara dorită, care va trece şi prin punctul O.

Scanned with OKEN Scanner

Ridicarea unei perpendiculare la extremitatea unui segment de dreaptă. Din punctul A, extremitatea segmentului de dreaptă AB, trebuie să se ridice o dreaptă care să fie perpendiculară pe dreapta AB (fig. 2.4).

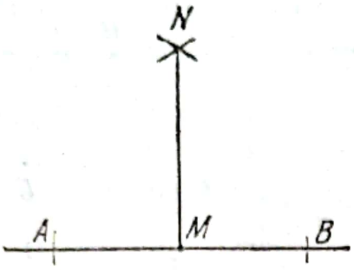


Fig. 2.2

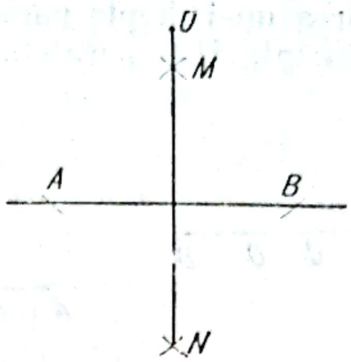
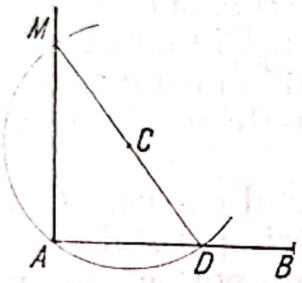
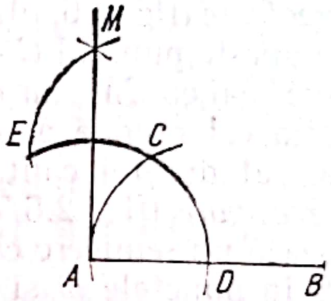


Fig. 2.3



a



b

Fig. 2.4

Prima rezolvare (fig. 2.4, *a*). Dintr-un punct oarecare C, se trasează un arc de cerc cu raza CA, ce intersectează dreapta AB în punctul D. Punctul D se unește cu punctul C și se prelungește segmentul DC pînă va intersecta arcul de cerc în punctul M. Unind punctele M și A, se obține perpendiculara căutată.

A doua rezolvare (fig. 2.4, *b*). Se ia pe segmentul AB un punct oarecare D. Din punctul A se trasează un arc de cerc cu raza AD. Din punctul D ca centru se trasează, cu aceeași rază, un arc de cerc ce intersectează în punctul C arcul de cerc trasat anterior. Cu aceeași rază AD, din punctul C se trasează arcul de cerc EM. Cu aceeași rază se trasează un arc de cerc cu centrul E, determinîndu-se punctul M. Unind punctele M cu A se obține segmentul de dreaptă MA perpendicular pe dreapta AB.

Coborîrea unei perpendiculare dintr-un punct dat pe o dreaptă, punctul aflîndu-se deasupra și în afara dreptei. Din punctul M (fig. 2.5) trebuie să se ducă o perpendiculară la segmentul de dreaptă AB, care nu se poate prelungi.

Scanned with OKEN Scanner

Din punctele oarecare C și D, ca centre, de pe segmentul de dreaptă AB, se trasează arcele de cerc ce trec prin punctul M. Punctele M și N — intersecția acestor arce de cercuri — determină perpendiculara căutată.

Trasarea unei drepte paralele la o dreaptă. Prin punctul dat M să se traseze dreapta MN, paralelă la dreapta AB (fig. 2.6).

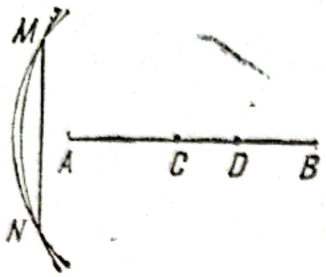
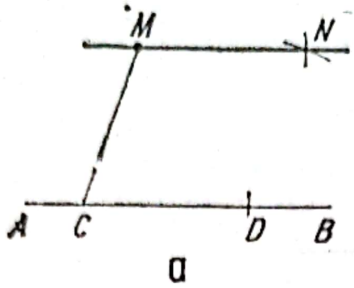


Fig. 2.5



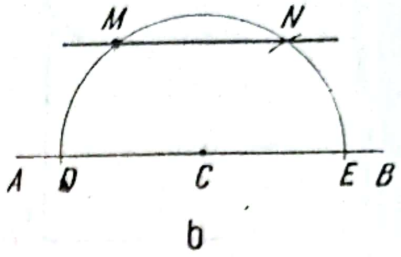
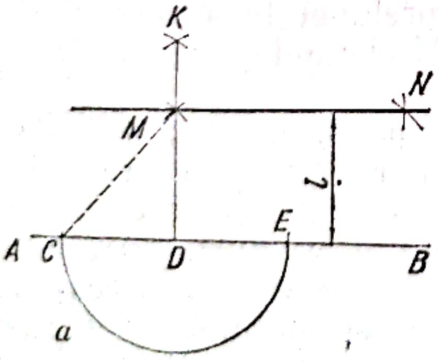


Fig. 2.6

Prima rezolvare (fig. 2.6, *a*). Pe dreapta AB se iau două puncte oarecare C și D și se unește punctul C cu punctul M. Din punctul D se trasează un arc de cerc egal cu CM, iar din punctul M — un arc de cerc egal cu CD. La intersecția celor două arce de cerc trasate se obține punctul N, al doilea punct al dreptei căutate.

A doua rezolvare (fig. 2.6, *b*). Din punctul oarecare C de pe dreapta dată se trasează un semicerc care va trece prin punctul M și va intersecta dreapta AB în punctele D și E. Acest semicerc se intersectează cu un arc de cerc cu centrul în E și rază DM în punctul N. Dreapta MN va fi paralelă la AB.

Trasarea unei drepte paralele cu altă dreaptă la o distanță dată. La distanța l față de dreapta dată AB, să se traseze o dreaptă paralelă (fig. 2.7).



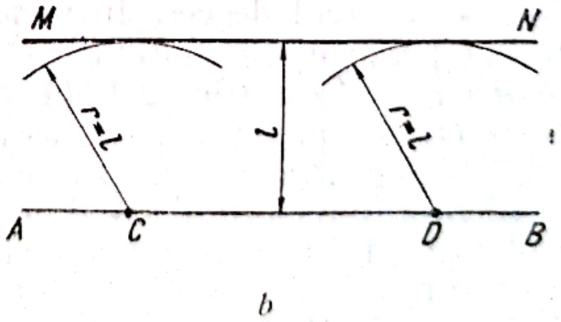


Fig. 2.7

Prima rezolvare (fig. 2.7, *a*). Dintr-un punct oarecare D de pe dreapta dată, se ridică perpendiculara DK, așa cum s-a arătat în fig. 2.3. Pe linia DK se ia distanța l și se obține punctul M. În continuare, construcția este analogă cu cea din fig. 2.6, *a*.

Scanned with OKEN Scanner

A doua rezolvare (fig. 2.7, *b*). Din punctele oarecare C și D de pe dreapta AB se trasează arcele de cerc cu raza l. Dreapta MN tangentă la ambele arce trasate este dreapta căutată. Pentru această construcție este necesară o practică îndelungată.

2.2. *Construcții de unghiuri și împărțirea unghiurilor*

Două linii drepte care au un punct comun alcătuiesc un unghi. Punctul comun formează vîrful unghiului, A, iar liniile AB și AC — laturile lui (fig. 2.8). Deschiderea unui unghi este spațiul cuprins între laturile sale, spațiu care se măsoară în grade. Bisectoarea unui unghi este linia dreaptă, AD (fig. 2.9), care trece prin vîrful unghiului, α, și împarte spațiul cuprins între laturi în două spații egale adică împarte unghiul în două unghiuri egale ($\alpha_1 = \alpha_2$).

Trasarea bisectoarei unui unghi cu ajutorul compasului. Cu piciorul compasului în vîrful A se trasează un arc de cerc cu o rază oarecare care taie laturile unghiului în punctele B și C (fig. 2.9). Cu piciorul compasului în punctul B și tot cu o rază de cerc oarecare se trasează un arc de cerc în interiorul laturilor unghiului. Cu aceeași rază de cerc, dar cu piciorul compasului în punctul C se trasează un alt arc de cerc care se va intersecta cu primul în punctul D. Se unește D cu A, linia AD fiind bisectoarea unghiului.

Construirea unui unghi de 90°. Această construcție este foarte simplă, ea rezumîndu-se la ridicarea unei perpendiculare pe o dreaptă (fig. 2.2), în punctul în care trebuie să fie vîrful unghiului drept.

Construirea unui unghi de 45°. Aceasta se reduce la construirea bisectoarei unghiului drept.

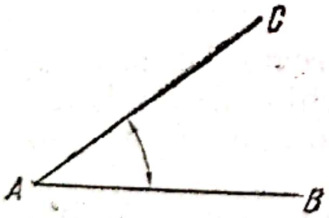


Fig. 2.8

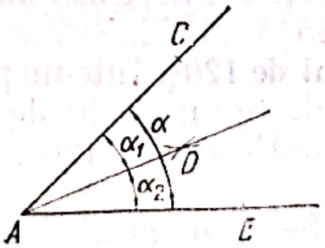


Fig. 2.9

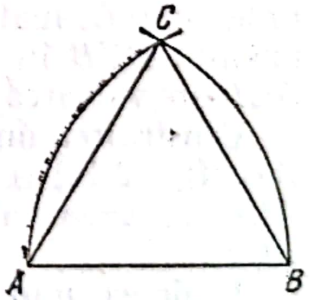


Fig. 2.10

Construirea unui unghi de 60°. Se trasează un segment de dreaptă oarecare AB (fig. 2.10). Cu piciorul compasului în A se descrie un arc de cerc cu raza AB. Se trasează apoi un alt arc de cerc, cu aceeași rază, dar cu piciorul compasului în B. Unind punctul de intersecție C al celor două arce cu punctele A și B se obțin trei unghiuri de 60°. Unghiurile

Scanned with OKEN Scanner

vor fi cu atît mai exacte, cu cît distanța AB (și deci raza cercurilor care dau punctul C), va fi mai mare.

Construirea unui unghi de 30°. Un unghi de 30° se obține fie trasînd bisectoarea unuia din unghiurile de 60°, fie ridicînd în punctul A (sau B) o perpendiculară care face cu dreapta CA (sau CB) un unghi de 30° (fig. 2.11).

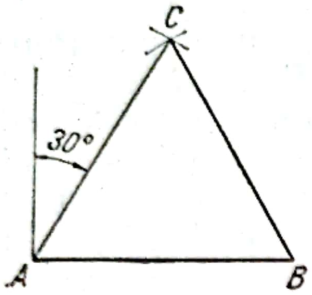


Fig. 2.11

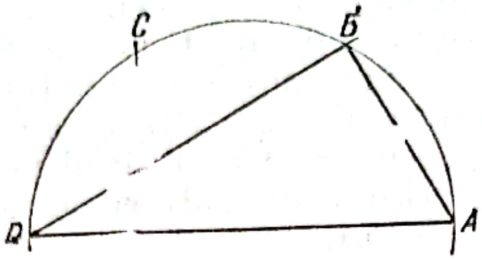


Fig. 2.12

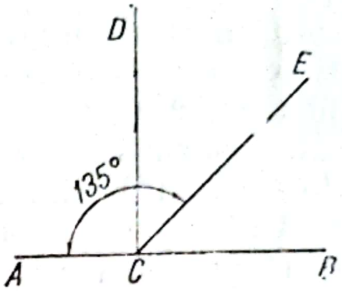


Fig. 2.13

Se mai poate obține un unghi de 30°, prin împărțirea unui unghi drept în trei părți egale (fig. 2.20).

Alt mod de a construi un unghi de 90°, 60° sau 30°. Se trasează un cerc cu o rază oarecare (fig. 2.12). Plecînd dintr-un punct oarecare A al cercului, cu deschiderea compasului egală cu raza, se marchează pe circumferința cercului de trei ori valoarea razei, obținîndu-se punctele B, C și D. Se unește punctul A cu D. Dreapta AD va trece prin centrul cercului, fiind un diametru. Se unesc apoi punctele A și D cu punctul B. Se obține astfel unghiul $BAD = 60°$, unghiul $BDA = 30°$ și unghiul $ABD = 90°$.

Construirea unui unghi de 135°. Pe dreapta oarecare AB (fig. 2.13) în punctul C, luat la întîmplare, se ridică perpendiculara CD. Se împarte unghiul DCB în două părți egale, trasîndu-se bisectoarea CE. Unghiul ACE are valoarea 180°—45° = 135°.

Construirea unui unghi de 120°. Într-un punct oarecare C de pe dreapta AB (fig. 2.14) se construiește un unghi de 60° (unghiul BCE). Unghiul ACE va avea valoarea 180°—60° = 120°, fiind suplimentar unghiului BCE.

Copierea unui unghi. Se dă unghiul A (fig. 2.15) care trebuie copiat. În punctul A ca centru, se descrie un arc de cerc cu raza r, care va tăia laturile unghiului în punctele B și C.

Pe dreapta pe care trebuie copiat unghiul se fixează punctul M, care va fi vîrful unghiului copiat (fig. 2.16). Cu centrul în acest punct se trasează un arc de cerc cu aceeași rază r și care va tăia dreapta în punctul N. Luînd ca deschidere de compas distanța BC (de la unghiul dat), cu centrul în punctul N, se va trasa un alt arc de cerc care se va intersecta cu

Scanned with OKEN Scanner

primul (trasat cu centrul în M) în punctul P. Unind punctele P cu M se va obține a doua latură a unghiului și astfel unghiul cu vîrful în M are aceeași deschidere ca unghiul dat.

Construirea unui unghi rezultat din suma a două unghiuri date. Se dau unghiul $\alpha = \widehat{ACB}$ și unghiul $\gamma = \widehat{A_1C_1B_1}$ (fig. 2.17). Să se găsească

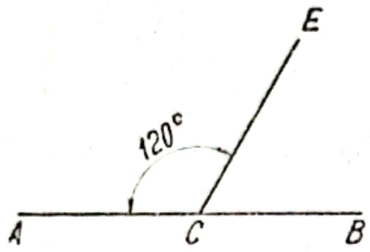


Fig. 2.14

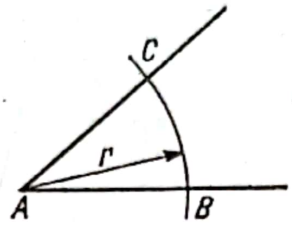


Fig. 2.15

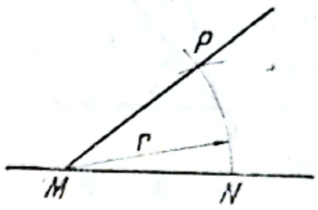


Fig. 2.16

suma unghiurilor $\alpha + \gamma$. După construirea unghiului ACB (fig. 2.18), pe BC, ca latură, se construiește unghiul $BCB_1 = \hat{\gamma}$. Construcția e aceeași ca în fig. 2.16. Unghiul ACB_1 este cel căutat.

Construirea unui unghi rezultat din diferența a două unghiuri date. Se dau unghiul $\alpha = \widehat{ACB}$ și unghiul $\gamma = \widehat{A_1C_1B_1}$ (v. fig. 2.17). Să se găsească diferența $\hat{\alpha} - \hat{\gamma}$. După construirea unghiului ACB (fig. 2.19), pe CB, ca latură, se construiește unghiul A_1CB egal cu $\hat{\gamma}$, construcția fiind aceeași ca în fig. 2.16. Unghiul ACA_1 este cel căutat.

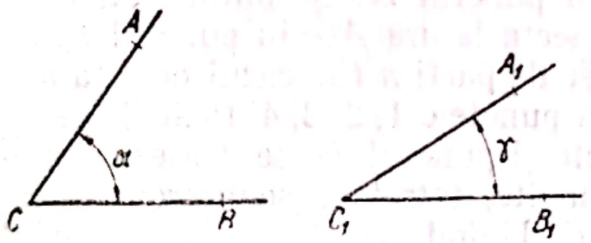


Fig. 2.17

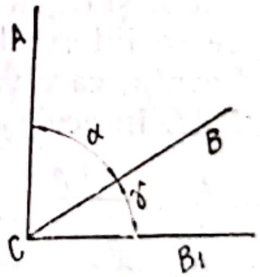


Fig. 2.18

Împărțirea unui unghi drept în trei părți egale. Din vîrful A, ca centru, se descrie un arc de cerc care va intersecta laturile unghiului în punctele B și C. Cu aceeași deschidere de compas, luînd ca centru punctul B, se trasează un alt cerc care se va întretăia cu primul arc în punctul B. Se procedează la fel luînd ca centru punctul C. Se va obține un nou punct C'. Se unesc punctele B' cu A și C' cu A, obținîndu-se astfel trei unghiuri egale (fig. 2.20).

Scanned with OKEN Scanner

Împărțirea unui unghi în mai multe părți egale. Unghiul dat AOB (fig. 2.21) se cere să fie împărțit în n părți egale. Pentru aceasta, pe latura AO, prelungită spre dreapta, se obține punctul C, rezultat din inter-

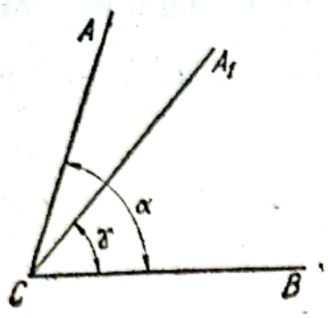


Fig. 2.19

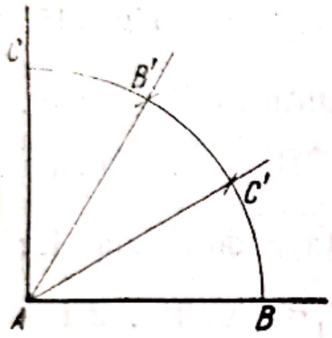


Fig. 2.20

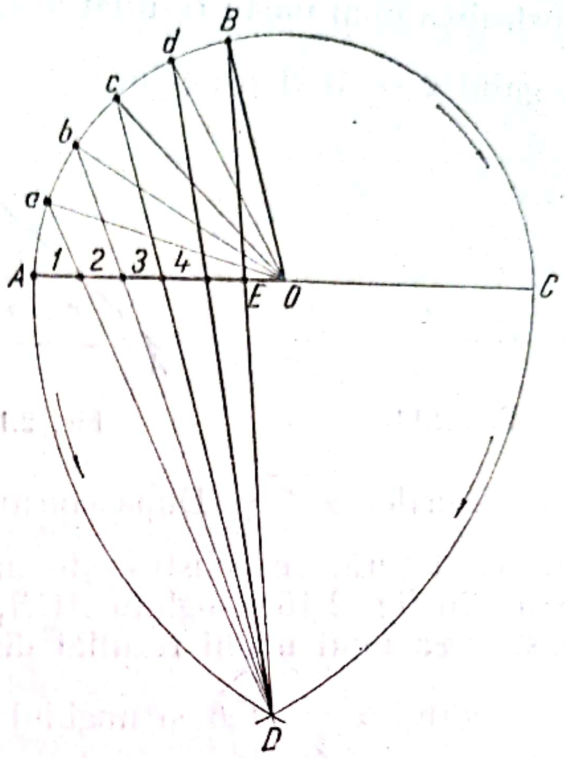


Fig. 2.21

secția acesteia cu semicercul trasat cu centrul în O și raza oarecare OA. Din punctele A și C, ca centre, se trasează cîte un arc de cerc cu raza AC. Aceste arce se intersectează în punctul D. Se unește punctul B cu D printr-o dreaptă, care va intersecta latura AO în punctul E. Se împarte segmentul AE în același număr de părți n (în cazul de față $n = 5$) și se obțin punctele 1, 2, 3, 4. Prin fiecare din aceste puncte și punctul D se trasează drepte care, prelungite, întretaie semicercul în punctele a, b, c, d. Unind aceste puncte cu vîrful unghiului O, se obține astfel împărțirea unghiului în numărul de părți egale cerut.

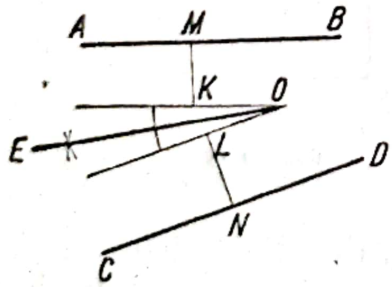


Fig. 2.22

Se întîmplă uneori ca unghiul de pe piesele ce urmează a fi trasate să fie reprezentat de dreptele înclinate AB și CD (fig. 2.22). Prelungind aceste drepte se vor intersecta obligatoriu, însă punctul lor de intersecție se va găsi în afara dimensiunilor piesei de trasat. Un astfel de unghi, al cărui vîrf se află în afara piesei, trebuie împărțit în două părți egale. Pentru aceasta, în punctele oare-

Scanned with OKEN Scanner

care M și N de pe dreptele AB și CD se ridică perpendiculare pe care se iau segmentele de dreaptă $MK = NL$. Prin punctele K și L se duc două paralele la AB și respectiv CD ce se intersectează în punctul O. Împărțirea unghiului obținut în două părți egale se realizează trasînd bisectoarea acestuia așa cum s-a arătat în fig. 2.9.

2.3. *Construcții de triunghiuri*

Construcțiile grafice de triunghiuri sînt foarte numeroase și variate. Datele pentru rezolvarea acestor construcții se referă în general la laturi, unghiuri, înălțimi, iar din combinarea lor rezultă triunghiuri echilaterale, isoscele, scalene sau dreptunghiulare.

Construcția triunghiurilor echilateral, isoscel sau scalen se poate face cînd se cunosc una, respectiv două sau trei laturi.

Construirea unui triunghi echilateral. Se cunoaște latura a (fig. 2.23). Se ia latura cunoscută ca bază și cu deschiderea compasului egală cu mărimea AB, se trasează din extremitățile A și B două arce de cerc care se vor întretăia în punctul C. Se unește punctul C cu A și cu B și se obține triunghiul echilateral.

Construirea unui triunghi isoscel. Se cunosc latura c și latura $b = a$ (fig. 2.24). Se ia latura cunoscută c ca bază și cu o deschidere de compas egală cu mărimea laturii b, se trasează din extremitățile A și B două arce de cerc, care se vor întretăia în punctul C. Unind punctul C cu A și cu B se obține triunghiul isoscel.

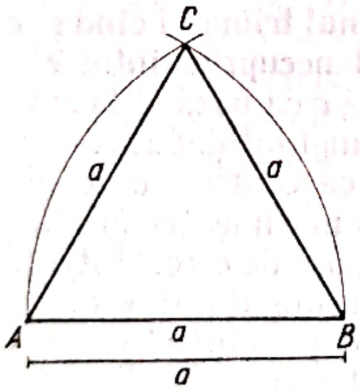


Fig. 2.23

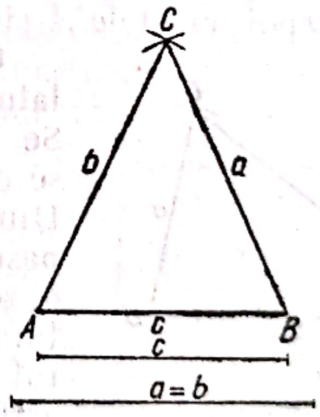


Fig. 2.24

Construirea unui triunghi scalen. Se cunosc laturile a, b și c (fig. 2.25). Se ia latura c ca bază. Din punctul A ca centru, cu o deschidere de compas egală cu mărimea laturii b, se trasează un arc de cerc, iar din punctul B ca centru, cu deschiderea de compas egală cu mărimea laturii a, se întretaie primul arc trasat și se determină punctul C. Se unește punctul C cu A și cu B și se obține construcția triunghiului scalen.

Scanned with OKEN Scanner

Construirea unui triunghi dreptunghic (fig. 2.26). Se cunosc ipotenuza AB, care se ia ca bază a triunghiului, și latura AC.

Din A și B, ca centre, și cu o rază mai mare decît jumătatea lui AB se trasează două arce de cerc a căror intersecție sînt punctele a și b. Se unesc aceste puncte și se obține punctul O, la jumătatea dreptei AB.

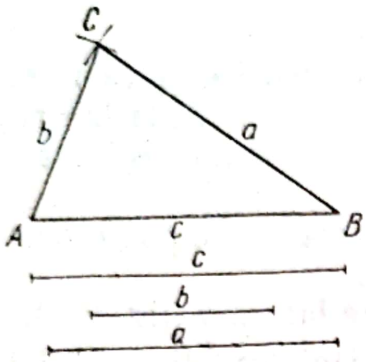


Fig. 2.25

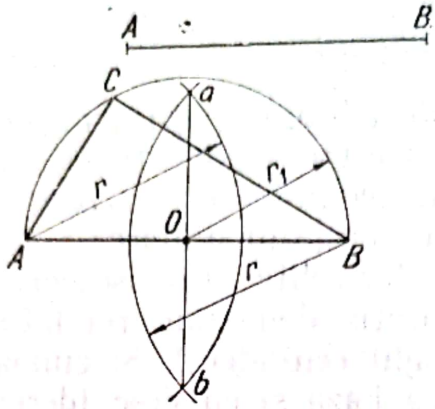


Fig. 2.26

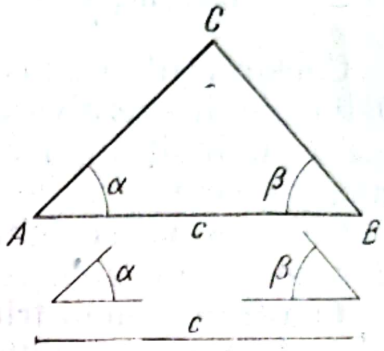


Fig. 2.27

Din O, ca centru, se trasează semicercul cu raza $r_1 = OA = OB$. Se taie acest semicerc cu un arc de cerc de rază AC dus din centrul A. Unind punctul C cu A și cu B, se obține triunghiul dreptunghic cerut.

Construirea unui triunghi cînd se cunosc o latură și două unghiuri adiacente (fig. 2.27). Se ia latura dată, c, ca bază și la extremitățile A și B se construiesc unghiurile date, α și β așa cum s-a arătat în fig. 2.16. Prelungind laturile unghiurilor α și β, se obține la întretăierea lor punctul C. Unind apoi punctele A și B cu C se obține triunghiul cerut.

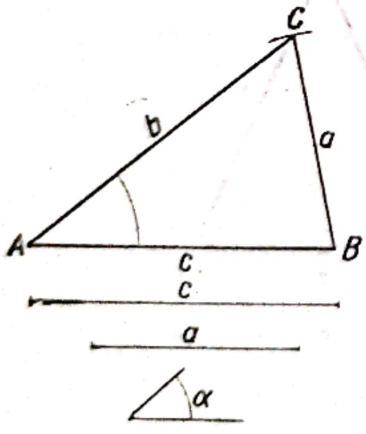


Fig. 2.28

Construirea unui triunghi cînd se cunosc două laturi și unghiul necuprins între ele (fig. 2.28). Se ia latura dată c ca bază și la extremitatea sa se construiește unghiul dat α, conform fig. 2.16. Din punctul B ca centru, cu deschiderea compasului egală cu mărimea celeilalte laturi date a, se trasează un arc de cerc. Întretăierea acestuia cu latura b a unghiului α determină punctul C. Se unește punctul C cu A și se obține astfel triunghiul cerut.

2.4. *Construcții de patrulatere*

Construcțiile grafice de patrulatere se bazează tot pe construirea unor segmente de lungime dată și a unor unghiuri de mărime dată. Segmentele date pot fi, după caz, egale cu unele din laturile, înălțimile sau diagonalele patrulaterului considerat, iar unghiurile date-egale cu unghiurile dintre laturile sau diagonalele acestuia.

Scanned with OKEN Scanner

În cele ce urmează sînt descrise cîteva din cazurile mai des întîlnite în practică de construcții de patrulatere.

Construcții de pătrate. *Construirea unui pătrat cînd se cunoaște lungimea laturii* (fig. 2.29). Se trasează segmentul de dreaptă AB egal cu a. Dintr-un punct oarecare O, luat deasupra segmentului AB, se trasează un

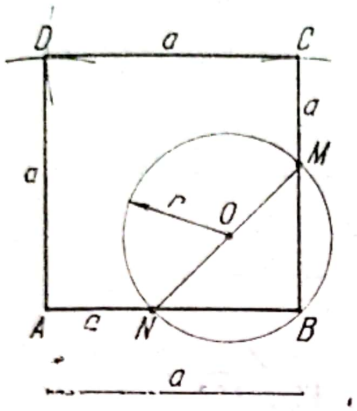


Fig. 2.29

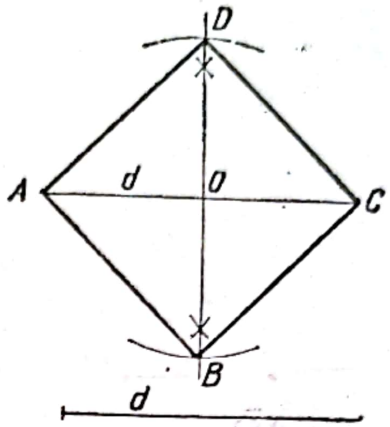


Fig. 2.30

cerc cu raza OB, care întretaie segmentul AB în punctul N. Prin N se trasează o dreaptă care trece prin O și întretaie cercul în punctul M, MN fiind diametrul cercului. Prin punctele B și M se trasează o dreaptă. Unghiul B este drept fiind înscris într-un semicerc. Cu piciorul compasului în punctul B, se ia în compas latura AB ce va întretăia latura BM în punctul C. Cu aceeași deschidere de compas din punctele A și C se trasează arce de cerc, care prin întretăierea lor determină punctul D. Unind punctele C cu D și D cu A se obține pătratul cerut.

Construirea unui pătrat cînd se dă diagonala (fig. 2.30). Avînd dată diagonala pătratului d, pe mijlocul segmentului $AC = d$ se trasează o perpendiculară ca în fig. 2.2. Cu o deschidere de compas egală cu segmentul OA, din punctul O, se întretaie perpendiculara dusă prin O cu arce de cerc și se determină punctele B și D care, unindu-le cu C și A, se obține pătratul cerut.

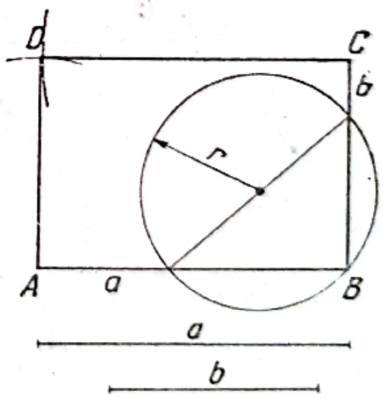


Fig. 2.31

Construcții de dreptunghiuri. *Construirea unui dreptunghi cînd se cunosc cele două laturi* (fig. 2.31). Dîndu-se laturile a și b, construcția este similară ca cea din fig. 2.29.

Construirea unui dreptunghi cînd sînt cunoscute o latură b și diagonala d (fig. 2.32). Din punctul O ca centru (mijlocul segmentului de dreaptă $AB = d$), cu raza OA se trasează un cerc. Din extremitățile A și B se

Scanned with OKEN Scanner

întretaie cercul (din A în sus și din B în jos) cu o rază egală cu latura b dată, determinîndu-se punctele C și D. Se unesc aceste puncte cu A și B și se obține dreptunghiul cerut. Unghiurile din C și din D sînt drepte, fiind, înscrise într-o semicircumferință, iar $AC \parallel BD = b$.

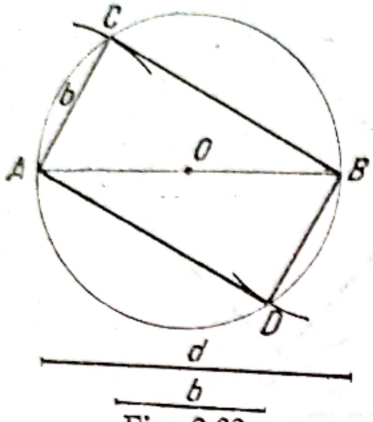


Fig. 2.32

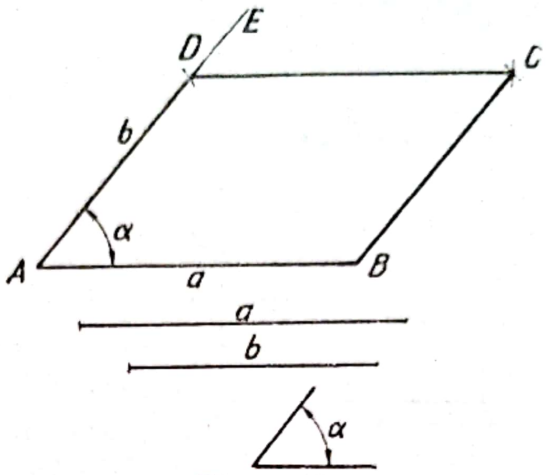


Fig. 2.33

Construcții de paralelograme. *Construirea unui paralelogram cînd se cunosc două laturi, a și b, și un unghi α* (fig. 2.33). Pentru construirea paralelogramului se trasează segmentul AB egal cu segmentul a dat. În punctul A ca vîrf se construiește unghiul α, după procedeul din fig. 2.16, iar pe latura AE se ia $AD = b$. Din punctele D și B, ca centre, și cu raze egale cu lungimile a respectiv b, se trasează arce de cerc care se întretaie în punctul C căutat. $ABCD$ este paralelogramul cerut.

Construcții de romburi. Pentru construirea unui romb cînd se cunoaște latura a și unghiul α, se trasează segmentul de dreaptă AB egal cu segmentul a dat, iar din punctul A ca vîrf se construiește unghiul α (ca în fig. 2.16), iar pe latura AE se ia o deschidere de compas $AD = a$. Din D și B, ca centre, cu aceeași rază a se trasează arce de cerc care se intersectează în punctul C. $ABCD$ va fi rombul cerut (fig. 2.34).

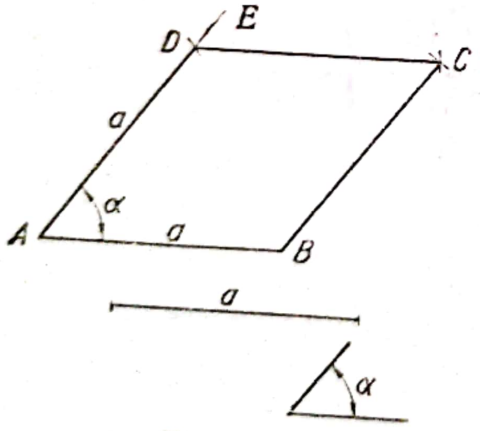


Fig. 2.34

Construcții de trapeze. Pentru exemplificare se arată numai modul de construcție a unui trapez oarecare (fig. 2.35), întrucît construirea trapezului dreptunghi sau isoscel sînt asemănătoare.

Se dau: baza mare a, baza mică b, o latură neparalelă c și un unghi α adiacent acestei laturi. Se trasează segmentul de dreaptă AB egal cu baza mare a, dată. În punctul A se construiește un unghi egal cu cel

Scanned with OKEN Scanner

dat; pe cealaltă latură a unghiului se ia un segment egal cu latura c dată, determinîndu-se astfel punctul D, prin care se construiește o paralelă la

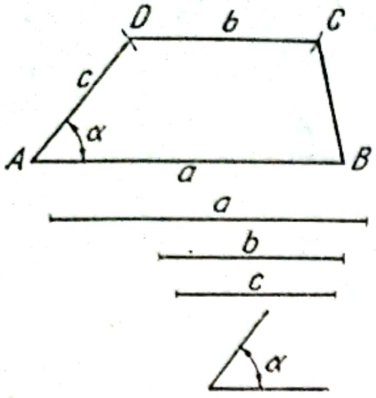


Fig. 2.35

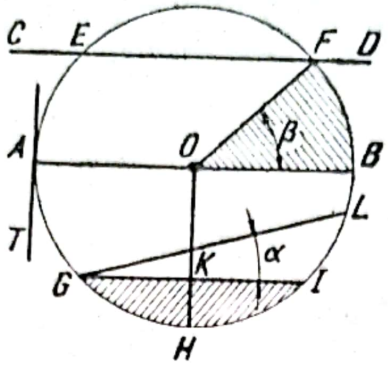


Fig. 2.36

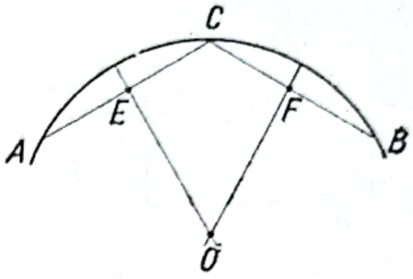


Fig. 2.37

AB. Pe această paralelă se ia mărimea bazei mici b și se obține punctul C; aceasta se unește cu punctele D și B, obținînd astfel trapezul cerut.

2.5. *Construcții de cercuri și elemente ale cercului*

Cercul este locul geometric al punctelor dintr-un plan, egal depărtate de un punct fix din acel plan, numit centrul cercului.

Elementele cercului (fig. 2.36) sînt: centrul cercului O; raza cercului OB; diametrul cercului AB — segmentul de dreaptă ce unește două puncte ale cercului și care trece prin centrul său; secanta CD — dreapta care taie cercul în două puncte; coarda EF — segmentul de dreaptă care unește două puncte oarecare ale cercului; tangenta TA — perpendiculara pe raza OA; punctul de contact al tangentei cu cercul, punctul A; unghiul înscris $\widehat{LGI}$ — unghiul format din coardele LG și GI care se întretaie în punctul G de pe cerc; unghiul la centru $\widehat{FOB}$ — unghiul format din razele OF și OB; arcul de cerc $\overset{\frown}{GHI}$ — arcul subîntins de coarda GI; săgeata arcului — distanța HK; segmentul circular $GHIG$ — suprafața mărginită de coarda GI și arcul GHI subîntins de ea; sectorul circular FOB — suprafața mărginită de razele OF și OB și arcul cuprins între aceste raze.

În cele ce urmează se dau cîteva exemple de construire a unor elemente ale cercului mai des întîlnite în operațiile de trasaj.

Determinarea centrului unui cerc cînd se dă arcul AB (fig. 2.37). Pentru aceasta se trasează două coarde AC și BC pe care se iau punctele E și F ce împart în două părți egale coardele. Perpendicularele EO și FO pe AC și BC, trasate prin punctele E și F, se vor intersecta în centrul căutat al cercului.

Scanned with OKEN Scanner

Determinarea săgeții cînd se cunoaște coarda AB și punctul M de pe cerc (cercul are centrul în afara limitelor planului de trasare). Se unesc prin linii drepte punctele A și B cu punctul M (fig. 2.38), se ia pe AM segmentul MK egal cu MB, se unesc printr-o linie dreaptă punctele

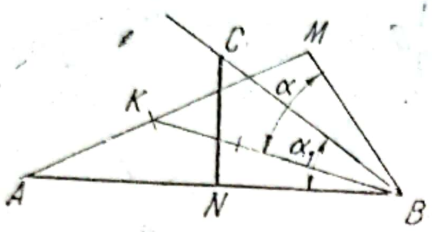


Fig. 2.38

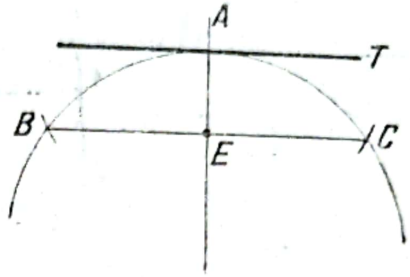


Fig. 2.39

B și K și se obține unghiul $\alpha = \overset{\frown}{MBK}$. În continuare, se construiește pe latura AB (v. fig. 2.18) unghiul $ABC = \hat{\alpha}_1 = \hat{\alpha}$. Din punctul N, jumătatea coardei AB, se ridică perpendiculara NC. Prin intersecția perpendicularei NC cu BC se obține punctul C. Segmentul NC va fi săgeata căutată pentru arcul ACB.

Construirea tangentelor la cerc. *Exemplul 1.* Prin punctul A al unui arc de cerc să se ducă o tangentă la cerc (fig. 2.39).

Din punctul A, ca centru, cu o rază oarecare, se trasează arce de cerc ce intersectează arcul dat în punctele B și C. Apoi se duce coarda BC și se împarte în două părți egale, punctul E fiind la mijloc ; se unește printr-o linie dreaptă punctul E cu punctul A. Dreapta TA, perpendiculară pe EA, este tangenta căutată.

Exemplul 2. Din punctul A, situat în afara cercului, să se ducă tangente la cerc (fig. 2.40).

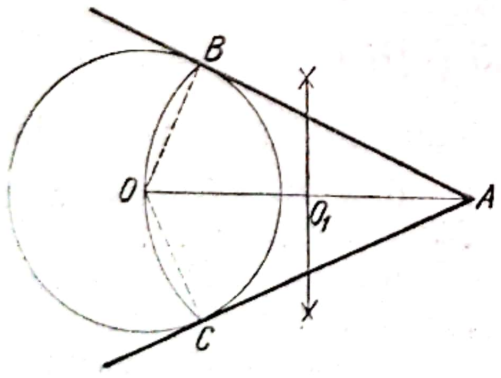


Fig. 2.40

Se unește punctul A cu centrul O al cercului, iar segmentul obținut AO se împarte prin punctul O_1 în două părți egale. Se trasează apoi din O_1 un arc de cerc cu raza O_1O ce va intersecta cercul dat în punctele B și C. Dreptele AB și AC sînt tangentele căutate.

Determinarea lungimii unui semicerc (fig. 2. 41). Se duc două diametre perpendiculare AB și DE ale cercului O. Cercul se intersectează în punctul F cu un arc de cerc avînd centrul în punctul D și raza egală cu cea a cercului dat. Se trasează apoi tangenta cercului în punctul A și se notează cu C intersecția acesteia cu prelungirea razei FO. Din punctul C se ia pe dreapta AT segmentul IC egal cu de trei ori raza cercului dat și se obține punctul I

Scanned with OKEN Scanner

care se unește cu punctul B. Segmentul de dreaptă $1B$ este egal cu πR — jumătatea lungimii cercului. Metoda geometrică arătată de determinare a lungimii cercului corespunde unei valori pentru $\pi = 3{,}14166$, adică eroarea determinării este $\Delta\pi = 0{,}00067$.

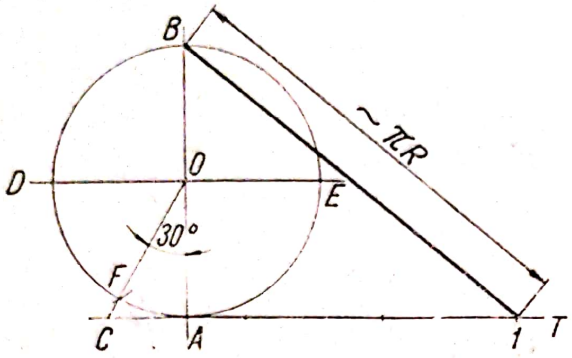


Fig. 2.41

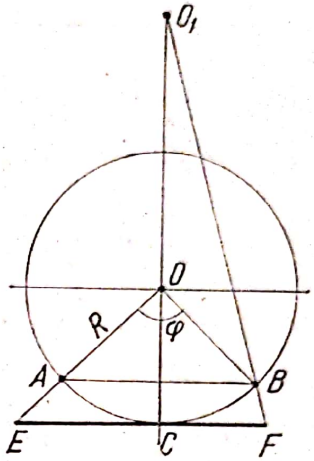


Fig. 2.42

Determinarea lungimii unui arc oarecare AB al unui cerc de rază R (fig. 2.42). Prin mijlocul C al acestui arc de cerc și prin centrul O se duce o dreaptă pe care se ia din punctul C de trei ori lungimea razei R, pînă în punctul O_1. Prin punctul C se duce tangenta la arcul de cerc. Se duc apoi dreptele AO și BO_1 care determină pe tangentă segmentul EF, care are o lungime aproximativ egală cu lungimea arcului de cerc AB. Construcția arătată oferă o precizie suficientă pentru arce de cerc cu unghiul la centrul φ pînă la 80°.

Pentru a determina lungimea cercului L_c se poate folosi tabelul 2.1, la întocmirea căruia a stat la bază relația $L_c = \pi D$, unde D este diametrul cercului.

Exemplul 1. Se dă $D = 453$ mm. Pe rîndul 450 în coloana *3* se citește $L_c = 1\,423{,}14$ mm. Pentru $D = 4\,530$ mm corespunde $L_c = 14\,231{,}4$ mm.

Exemplul 2. Se dă diametrul $D = 26\,515$ mm. În acest caz L_c se calculează astfel:

26 500 + 15	8 325,2 + 47,12
$D = 26\,515$ mm	$L_c = 8\,372{,}32$ mm.

Pentru determinarea diametrului cînd se cunoaște lungimea cercului operația este inversă.

Determinarea lungimii, săgeții și coardei unui arc de cerc al unui cerc avînd raza egală cu unitatea se poate realiza cu ajutorul datelor din tabelul 2.2.

Scanned with OKEN Scanner

care se unește cu punctul B. Segmentul de dreaptă $1B$ este egal cu πR — jumătatea lungimii cercului. Metoda geometrică arătată de determinare a lungimii cercului corespunde unei valori pentru $\pi = 3{,}14166$, adică eroarea determinării este $\Delta\pi = 0{,}00067$.

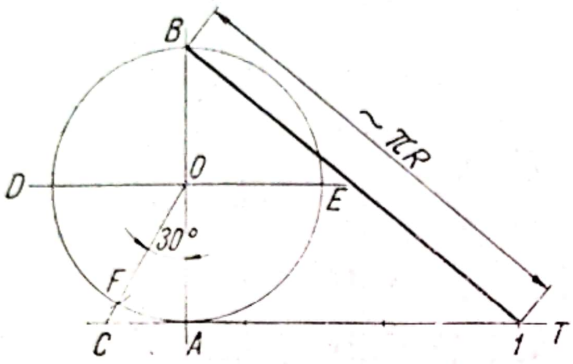


Fig. 2.41

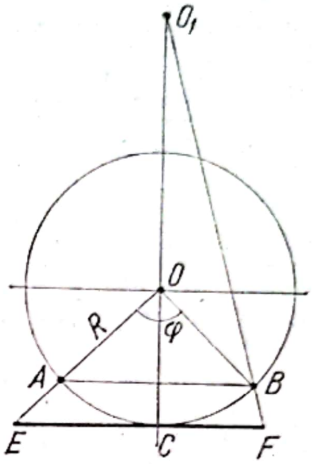


Fig. 2.42

Determinarea lungimii unui arc oarecare AB al unui cerc de rază R (fig. 2.42). Prin mijlocul C al acestui arc de cerc și prin centrul O se duce o dreaptă pe care se ia din punctul C de trei ori lungimea razei R, pînă în punctul O_1. Prin punctul C se duce tangenta la arcul de cerc. Se duc apoi dreptele AO și BO_1 care determină pe tangentă segmentul EF, care are o lungime aproximativ egală cu lungimea arcului de cerc AB. Construcția arătată oferă o precizie suficientă pentru arce de cerc cu unghiul la centrul φ pînă la 80°.

Pentru a determina lungimea cercului L_c se poate folosi tabelul 2.1, la întocmirea căruia a stat la bază relația $L_c = \pi D$, unde D este diametrul cercului.

Exemplul 1. Se dă $D = 453$ mm. Pe rîndul 450 în coloana *3* se citește $L_c = 1\,423{,}14$ mm. Pentru $D = 4\,530$ mm corespunde $L_c = 14\,231{,}4$ mm.

Exemplul 2. Se dă diametrul $D = 26\,515$ mm. În acest caz L_c se calculează astfel:

26 500 + 15	8 325,2 + 47,12
$D = 26\,515$ mm	$L_c = 8\,372{,}32$ mm.

Pentru determinarea diametrului cînd se cunoaște lungimea cercului operația este inversă.

Determinarea lungimii, săgeții și coardei unui arc de cerc al unui cerc avînd raza egală cu unitatea se poate realiza cu ajutorul datelor din tabelul 2.2.

Scanned with OKEN Scanner

Lungimea cercului, în mm

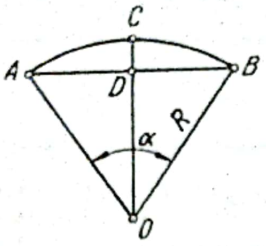
D mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27
10	31,42	34,56	37,70	40,84	43,98	47,12	50,27	53,41	56,55	59,69
20	62,83	65,97	69,12	72,26	75,40	78,54	81,68	84,82	87,97	91,11
30	94,25	97,39	100,53	103,67	106,81	109,96	113,10	116,24	119,38	122,52
40	125,66	128,81	131,95	135,09	138,23	141,37	144,51	147,65	150,80	153,94
50	157,08	160,22	163,36	166,50	169,65	172,79	175,93	179,07	182,21	185,35
60	188,50	191,64	194,78	197,92	201,06	204,20	207,35	210,49	213,63	216,77
70	219,91	223,05	226,19	229,34	232,48	235,62	238,76	241,90	245,04	248,19
80	251,33	254,47	257,61	260,75	263,89	267,04	270,18	273,32	276,46	279,60
90	282,74	285,88	289,03	292,17	295,31	298,45	301,59	304,73	307,88	311,02
100	314,16	317,30	320,44	323,58	326,73	329,87	333,01	336,15	339,29	342,43
110	345,58	348,72	351,86	355,00	358,14	361,28	364,42	368,57	370,71	373,85
120	376,99	380,13	383,27	386,42	389,56	392,70	395,84	398,98	402,12	405,27
130	408,41	411,55	414,69	417,83	420,97	424,11	427,26	430,40	433,54	436,68
140	439,82	442,96	446,11	449,25	452,39	455,53	458,67	461,81	464,96	468,10
150	471,24	474,38	477,52	480,66	483,81	486,95	490,09	493,23	496,37	499,51
160	502,65	505,80	508,94	512,08	515,22	518,36	521,50	524,65	527,79	530,93
170	534,07	537,21	540,35	543,50	546,64	549,78	552,92	556,06	559,20	562,34
180	565,49	568,63	571,77	574,91	578,05	581,19	584,34	587,48	590,62	593,76
190	596,90	600,04	603,19	606,33	609,47	612,61	615,75	618,89	622,04	625,18
200	628,32	631,46	634,60	637,74	640,88	644,03	647,17	650,31	653,45	656,59
		662,88	666,02	669,16	672,30	675,44	678,58	681,73	684,87	688,01
		694,29	697,43	700,57	703,72	706,86	710,00	713,14	716,28	719,42
		725,71	728,85	731,99	735,13	738,27	741,42	744,56	747,70	750,84
240	753,98	757,12	760,26	763,41	766,55	769,69	772,83	775,97	779,11	782,26
250	785,40	788,54	791,68	794,82	797,96	801,11	804,25	807,39	810,53	813,67
260	816,81	819,95	823,10	826,24	829,38	832,52	835,66	838,80	841,95	845,09
270	848,23	851,37	854,51	857,65	860,80	863,94	867,08	870,22	873,36	876,50
280	879,65	882,79	885,93	889,07	892,21	895,35	898,50	901,64	904,78	907,92
290	911,06	914,20	917,34	920,49	923,63	926,77	929,91	933,05	936,19	939,34
300	942,48	945,62	948,76	951,90	955,04	958,18	961,33	964,47	967,61	970,75
310	973,89	977,03	980,18	983,32	986,46	989,60	992,74	995,88	999,03	1 002,17
320	1 005,31	1 008,45	1 011,59	1 014,73	1 017,88	1 021,02	1 024,16	1 027,30	1 030,44	1 033,58
330	1 036,72	1 039,87	1 043,01	1 046,15	1 049,29	1 052,43	1 055,57	1 058,72	1 061,86	1 065,00
340	1 068,14	1 071,28	1 074,42			83,85	1 086,99	1 090,13	1 093,27	1 096,41
350	1 099,56	1 102,70	1 105,84	1 1		115,26	1 118,41	1 121,55	1 124,69	1 127,83
360	1 130,9	1 134,11	1 137,26	1 140,40	1 143,54	1 146,68	1 149,82	1 152,96	1 156,11	1 159,25
370	1 162,39	1 165,53	1 168,67	1 171,81	1 174,95	1 178,10	1 181,24	1184,38	1 187,52	1 190,66
380	1 193,80	1 196,95	1 200,09	1 203,23	1 206,37	1 209,51	1 212,65	1 215,80	1 218,94	1 222,08
390	1 225,22	1 228,36	1 231,50	1 234,64	1 237,79	1 240,93	1 244,07	1 247,21	1 250,35	1 253,49
400	1 256,64	1 259,78	1 262,92	1 266,06	1 269,20	1 272,34	1 275,49	1 278,63	1 281,77	1 284,91
410	1 288,05	1 291,19	1 294,34	1 297,48	1 300,62	1 303,76	1 306,90	1 310,04	1 313,18	1 316,33
420	1 319,47	1 322,61	1 325,75	1 328,89	1 332,03	1 335,18	1 338,32	1 341,46	1 344,60	1 347,74
430	1 350,88	1 354,03	1 357,17	1 360,31	1 363,45	1 366,59	1 369,73	1 372,87	1 376,02	1 379,16
440	1 382,30	1 385,44	1 388,58	1 391,72	1 394,87	1 398,01	1 401,15	1 404,29	1 407,43	1 410,57
450	1 413,72	1 416,86	1 420,00	1 423,14	1 426,28	1 429,42	1 432,57	1 435,71	1 438,85	1 441,99
460	1 445,13	1 448,27	1 451,41	1 454,56	1 457,70	1 460,84	1 463,98	1 467,12	1 470,26	1 473,41
470	1 476,55	1 479,69	1 482,83	1 485,97	1 489,11	1 492,26	1 495,40	1 498,54	1 501,68	1 504,82
480	1 507,96	1 511,10	1 514,25	1 517,39	1 520,53	1 523,67	1 526,81	1 529,95	1 533,10	1 536,24
490	1 539,38	1 542,52	1 545,66	1 548,80	1 551,95	1 555,09	1 558,23	1 561,37	1 564,51	1 567,65

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.1 (continuare)

D mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	1 570,80	1 573,94	1 577,08	1 580,22	1 583,36	1 586,50	1 589,64	1 592,79	1 595,93	1 599,07
510	1 602,21	1 605,35	1 608,49	1 611,64	1 614,78	1 617,92	1 621,06	1 624,20	1 627,34	1 630,49
520	1 633,63	1 636,77	1 639,91	1 643,05	1 646,19	1 649,33	1 652,48	1 655,62	1 658,76	1 661,90
530	1 665,04	1 668,18	1 671,33	1 674,47	1 677,61	1 680,75	1 683,89	1 687,03	1 690,18	1 693,32
540	1 696,46	1 699,60	1 702,74	1 705,88	1 709,02	1 712,17	1 715,31	1 718,45	1 721,59	1 724,73
550	1 727,87	1 731,02	1 734,16	1 737,30	1 740,44	1 743,58	1 746,72	1 749,87	1 753,01	1 756,15
560	1 759,29	1 762,43	1 765,57	1 768,72	1 771,86	1 775,00	1 778,14	1 781,28	1 784,42	1 787,56
570	1 790,71	1 793,85	1 796,99	1 800,13	1 803,27	1 806,41	1 809,56	1 812,70	1 815,84	1 818,98
580	1 822,12	1 825,26	1 828,41	1 831,55	1 834,69	1 837,83	1 840,97	1 844,11	1 847,25	1 850,40
590	1 853,54	1 856,68	1 859,82	1 862,96	1 866,10	1 869,25	1 872,39	1 875,53	1 878,67	1 881,81
600	1 884,95	1 888,10	1 891,24	1 894,38	1 897,52	1 900,66	1 903,80	1 906,95	1 910,09	1 913,23
610	1 916,37	1 919,51	1 922,65	1 925,79	1 928,94	1 932,08	1 935,22	1 938.36	1 941,50	1 944,54
620	1 947,79	1 950,93	1 954,07	1 957,21	1 960,35	1 963,49	1 966,64	1 969,78	1 972,92	1 976,06
630	1 979,20	1 982,34	1 985,48	1 988,63	1 991,77	1 994,91	1 998,05	2 001,19	2 004,33	2 007,48
640	2 010,62	2 013,76	2 016,90	2 020,04	2 023,18	2 026,33	2 029,47	2 032,61	2 035,75	2 038,89
650	2 042,03	2 045,18	2 048,32	2 051,46	2 054,60	2 057,74	2 060,88	2 064,02	2 067,17	2 070,31
660	2 073,45	2 076,59	2 079,73	2 082,87	2 086,02	2 089,16	2 092,30	2 095,44	2 098,58	2 101,72
670	2 104,87	2 108,01	2 111,15	2 114,29	2 117,43	2 120,57	2 123,71	2 126,86	2 130,00	2 133,14
680	2 136,28	2 139,42	2 142,56	2 145,71	2 148,85	2 151,99	2 155,13	2 158,27	2 161,41	2 164,56
690	2 167,70	2 170,84	2 173,98	2 177,12	2 180,26	2 183,41	2 186,55	2 189,69	2 192,83	2 195,97
700	2 199,11	2 202,25	2 205,40	2 208,54	2 211,68	2 214,82	2 217,96	2 221,10	2 224,25	2 227,39
710	2 230,53	2 233,67	2 236,81	2 239,95	2 243,10	2 246,24	2 249,38	2 252,52	2 255,66	2 258,80
720	2 261,94	2 265,09	2 268,23	2 271,37	2 274,51	2 277,65	2 280,79	2 283,94	2 287,08	2 290,22
730	2 293,36	2 296,50	2 299,64	2 302,79	2 305,93	2 309,07	2 312,21	2 315,35	2 318,49	2 321,64
740	2 324,78	2 327,92	2 331,06	2 334,20	2 337,34	2 340,48	2 343,63	2 346,77	2 349,91	2 353,05
750	2 356,19	2 359,33	2 362,48	2 365,62	2 368,76	2 371,90	2 375,04	2 378,18	2 381,33	2 384,47
760	2 387,61	2 390,75	2 393,89	2 397,03	2 400,17	2 403,32	2 406,46	2 409,60	2 412,74	2 415,88
770	2 419,02	2 422,17	2 425,31	2 428,45	2 431 59	2 434,73	2 437,87	2 441,02	2 444,16	2 447,30
780	2 450,44	2 453,58	2 456,72	2 459,86	2 463,01	2 466,15	2 469,29	2 472,43	2 475,57	2 478,71
790	2 481,86	2 485,00	2 488,14	2 491,28	2 494,42	2 497,56	2 500,71	2 503,85	2 506,99	2 510,13
800	2 513,27	2 516,41	2 519,56	2 522,70	2 525,84	2 528,98	2 532,12	2 535,26	2 538,40	2 541,55
810	2 544,69	2 547,83	2 550,97	2 554,11	2 557,25	2 560,40	2 563,54	2 566,68	2 559,82	2 572,96
820	2 576,10	2 579,25	2 582,39	2 585,53	2 588,67	2 591,81	2 594,95	2 598,09	2 601,24	2 604,38
830	2 607,52	2 610,66	2 613,80	2 616,94	2 620,09	2 623,23	2 626,37	2 629,51	2 632,65	2 635,79
840	2 638,94	2 642,08	2 645,22	2 648,36	2 651,50	2 654,64	2 657,79	2 660,93	2 664,07	2 667,21
850	2 670,35	2 673,49	2 676,63	2 679,78	2 682,92	2 686,06	2 689,20	2 692,34	2 695,48	2 698,63
860	2 701,77	2 704,91	2 708,05	2 711,19	2 714,33	2 717,48	2 720,62	2 723,76	2 726,90	2 730,04
870	2 733,18	2 736,32	2 739,47	2 742,61	2 745,75	2 748,89	2 752,03	2 755,17	2 758,32	2 761,46
880	2 764,60	2 767,74	2 770,88	2 774,02	2 777,17	2 780,31	2 783,45	2 786,59	2 789,73	2 792,87
890	2 796,02	2 799,16	2 802,30	2 805,44	2 808,58	2 811,72	2 814,86	2 818,01	2 821,15	2 824,29
900	2 827,43	2 830,57	2 833,71	2 836,86	2 840,00	2 843,14	2 846,28	2 849,42	2 852,56	2 855,71
910	2 858,85	2 851,99	2 865,13	2 868,27	2 871,41	2 874,55	2 877,70	2 880,84	2 883,98	2 887,12
920	2 890,26	2 893,40	2 896,55	2 899,69	2 902,83	2 905,97	2 909,11	2 912,25	2 915,40	2 918,54
930	2 921,58	2 924,82	2 927,96	2 931,10	2 934,25	2 937,39	2 940,53	2 943,67	2 946,81	2 949,95
940	2 953,09	2 956,24	2 959,38	2 962,52	2 965,66	2 968,80	2 971,94	2 975,09	2 978,23	2 981,37
950	2 984,51	2 987,65	2 990,79	2 993,94	2 997,08	3 000,22	3 003,36	3 006,50	3 009,64	3 012,78
960	3 015,93	3 019,07	3 022,21	3 025,35	3 028,49	3 031,63	3 034,78	3 037,92	3 041,06	3 044,20
970	3 047,34	3 050,48	3 053,63	3 056,77	3 059,91	3 063,05	3 066,19	3 069,33	3 072,48	3 075,62
980	3 078,76	3 081,90	3 085,04	3 088,18	3 091,32	3 094,47	3 097,61	3 100,75	3 103,89	3 107,03
990	3 110,17	3 113,32	3 116,46	3 119,60	3 122,74	3 125,88	3 129,02	3 132,17	3 135,31	3 138,45

Scanned with OKEN Scanner



Raza $= \overline{OB} = R = 1$
Coarda $= \overline{AB} = 2Rs$
Săgeata $= \overline{CD} = R \cdot f$
Arcul $= \overset{\frown}{AB} = R \cdot l$

Tabelul 2.2

Lungimea, săgeata și coarda unui arc de cerc al unui cerc avînd raza egală cu unitatea

α°	s	f	l	α°	s	f	l
0,5	0,00436	0,00001	0,00873	20,5	0,17794	0,01596	0,35779
1,0	0,00873	0,00004	0,01745	21,0	0,18224	0,01675	0,36652
1,5	0,01309	0,00009	0,02618	21,5	0,18652	0,01755	0,37525
2,0	0,01745	0,00015	0,03491	22,0	0,19081	0,01837	0,38397
2,5	0,02181	0,00024	0,04363	22,5	0,19509	0,01921	0,39270
3,0	0,02618	0,00034	0,05236	23,0	0,19937	0,02008	0,40143
3,5	0,03054	0,00047	0,06109	23,5	0,20364	0,02095	0,41015
4,0	0,03490	0,00061	0,06981	24,0	0,20791	0,02185	0,41888
4,5	0,03926	0,00077	0,07854	24,5	0,21218	0,02277	0,42761
5,0	0,04362	0,00095	0,08727	25,0	0,21644	0,02370	0,43633
5,5	0,04798	0,00115	0,09599	25,5	0,22070	0,02466	0,44506
6,0	0,05234	0,00137	0,10472	26,0	0,22495	0,02563	0,45379
6,5	0,05669	0,00161	0,11345	26,5	0,22920	0,02662	0,46251
7,0	0,06105	0,00187	0,12217	27,0	0,23344	0,02763	0,47124
7,5	0,06540	0,00214	0,13090	27,5	0,23769	0,02866	0,47997
8,0	0,06976	0,00244	0,13963	28,0	0,24192	0,02970	0,48869
8,5	0,07411	0,00275	0,14835	28,5	0,24615	0,03077	0,49742
9,0	0,07846	0,00308	0,15708	29,0	0,25038	0,03185	0,50615
9,5	0,08281	0,00343	0,16581	29,5	0,25460	0,03295	0,51487
10,0	0,08716	0,00381	0,17453	30,0	0,25882	0,03407	0,52360
10,5	0,09150	0,00419	0,18326	30,5	0,26303	0,03521	0,53233
11,0	0,09585	0,00460	0,19199	31,0	0,26724	0,03637	0,54105
11,5	0,10019	0,00503	0,20071	31,5	0,27144	0,03754	0,54978
12,0	0,10453	0,00548	0,20944	32,0	0,27564	0,03874	0,55851
12,5	0,10887	0,00594	0,21817	32,5	0,27983	0,03995	0,56723
13,0	0,11320	0,00643	0,22689	33,0	0,28402	0,04118	0,57596
13,5	0,11754	0,00693	0,23562	33,5	0,28820	0,04243	0,58469
14,0	0,12187	0,00745	0,24435	34,0	0,29237	0,04370	0,59341
14,5	0,12620	0,00800	0,25307	34,5	0,29654	0,04498	0,60214
15,0	0,13053	0,00855	0,26180	35,0	0,30071	0,04628	0,61087
15,5	0,13485	0,00913	0,27053	35,5	0,30486	0,04760	0,61959
16,0	0,13917	0,00973	0,27925	36,0	0,30902	0,04894	0,62832
16,5	0,14349	0,01035	0,28798	36,5	0,31316	0,05030	0,63705
17,0	0,14781	0,01098	0,29671	37,0	0,31730	0,05168	0,64577
17,5	0,15212	0,01164	0,30543	37,5	0,32144	0,05307	0,65450
18,0	0,15643	0,01231	0,31416	38,0	0,32557	0,05448	0,66323
18,5	0,16074	0,01300	0,32289	38,5	0,32969	0,05591	0,67195
19,0	0,16505	0,01371	0,33161	39,0	0,33381	0,05736	0,68068
19,5	0,16935	0,01444	0,34034	39,5	0,33792	0,05882	0,68941
20,0	0,17365	0,01519	0,34907	40,0	0,34202	0,06031	0,69813

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2.2 (continuare)

α°	s	f	l	α°	s	f	l
40,5	0,34612	0,06181	0,70686	60,5	0,50377	0,13616	1,05592
41,0	0,35021	0,06333	0,71558	61,0	0,50754	0,13837	1,06465
41,5	0,35429	0,06486	0,72431	61,5	0,51129	0,14059	1,07338
42,0	0,35837	0,06642	0,73304	62,0	0,51504	0,14283	1,08210
42,5	0,36244	0,06799	0,74176	62,5	0,51877	0,14509	1,09083
43,0	0,36650	0,06958	0,75019	63,0	0,52250	0,14736	1,09956
43,5	0,37056	0,07119	0,75922	63,5	0,52621	0,14965	1,10828
44,0	0,37461	0,07282	0,76794	64,0	0,52992	0,15195	1,11701
44,5	0,37865	0,07446	0,77667	64,5	0,53361	0,15427	1,12574
45,0	0,38268	0,07612	0,78540	65,0	0,53730	0,15661	1,13446
45,5	0,38671	0,07780	0,79413	65,5	0,54097	0,15896	1,14319
46,0	0,39073	0,07950	0,80285	66,0	0,54464	0,16133	1,15192
46,5	0,39474	0,08121	0,81158	66,5	0,54829	0,16371	1,16064
47,0	0,39875	0,08294	0,82030	67,0	0,55194	0,16611	1,16937
47,5	0,40275	0,08469	0,82903	67,5	0,55557	0,16853	1,17810
48,0	0,40674	0,08645	0,83776	68,0	0,55919	0,17096	1,18682
48,5	0,41072	0,08824	0,84648	68,5	0,56281	0,17341	1,19555
49,0	0,41469	0,09004	0,85521	69,0	0,56641	0,17587	1,20428
49,5	0,41866	0,09186	0,86394	69,5	0,57000	0,17835	1,21300
50,0	0,42262	0,09369	0,87266	70,0	0,57358	0,18085	1,22173
50,5	0,42657	0,09554	0,88139	70,5	0,57715	0,18336	1,23046
51,0	0,43051	0,09741	0,89012	71,0	0,58070	0,18588	1,23918
51,5	0,43445	0,09930	0,89884	71,5	0,58425	0,18843	1,24791
52,0	0,43837	0,10121	0,90757	72,0	0,58779	0,19098	1,25664
52,5	0,44229	0,10313	0,91630	72,5	0,59131	0,19356	1,26536
53,0	0,44620	0,10507	0,92502	73,0	0,59482	0,19614	1,27409
53,5	0,45010	0,10702	0,93375	73,5	0,59832	0,19875	1,28282
54,0	0,45399	0,10899	0,94248	74,0	0,60182	0,20136	1,29154
54,5	0,45787	0,11098	0,95120	74,5	0,60529	0,20400	1,30027
55,0	0,46175	0,11299	0,95993	75,0	0,60876	0,20665	1,30900
55,5	0,46561	0,11501	0,96866	75,5	0,61222	0,20931	1,31772
56,0	0,46947	0,11705	0,97738	76,0	0,61566	0,21199	1,32645
56,5	0,47332	0,11911	0,98611	76,5	0,61909	0,21468	1,33518
57,0	0,47716	0,12118	0,99484	77,0	0,62251	0,21739	1,34390
57,5	0,48099	0,12327	1,00356	77,5	0,62592	0,22012	1,35263
58,0	0,48481	0,12538	1,01229	78,0	0,62932	0,22285	1,36136
58,5	0,48862	0,12750	1,02102	78,5	0,63271	0,22561	1,37008
59,0	0,49242	0,12964	1,02974	79,0	0,63608	0,22838	1,37881
59,5	0,49622	0,13180	1,03847	79,5	0,63944	0,23116	1,38754
60,0	0,50000	0,13397	1,04720	80,0	0,64279	0,23396	1,39626

Scanned with OKEN Scanner

α°	s	f	l	α°	s	f	l
80,5	0,64612	0,23677	1,40499	100,5	0,76884	0,36056	1,75406
81,0	0,64945	0,23959	1,41372	101,0	0,77162	0,36392	1,76278
81,5	0,65276	0,24243	1,42244	101,5	0,77439	0,36729	1,77151
82,0	0,65606	0,24529	1,43117	102,0	0,77715	0,37068	1,78024
82,5	0,65935	0,24816	1,43990	102,5	0,77988	0,37408	1,78896
83,0	0,66262	0,25104	1,44862	103,0	0,78261	0,37749	1,79769
83,5	0,66588	0,25394	1,45735	103,5	0,78532	0,38091	1,80642
84,0	0,66913	0,25685	1,46608	104,0	0,78801	0,38434	1,81514
84,5	0,67237	0,25978	1,47480	104,5	0,79069	0,38778	1,82387
85,0	0,67559	0,26272	1,48353	105,0	0,79335	0,39124	1,83260
85,5	0,67880	0,26568	1,49226	105,5	0,79600	0,39471	1,84132
86,0	0,69200	0,26865	1,50098	106,0	0,79864	0,39818	1,85005
86,5	0,68518	0,27163	1,50971	106,5	0,80125	0,40168	1,85878
87,0	0,68835	0,27463	1,51844	107,0	0,80386	0,40518	1,86750
87,5	0,69151	0,27764	1,52716	107,5	0,80644	0,40869	1,87623
88,0	0,69466	0,28066	1,53589	108,0	0,80902	0,41221	1,88496
88,5	0,69779	0,28370	1,54462	108,5	0,81157	0,41575	1,89368
89,0	0,70091	0,28675	1,55334	109,0	0,81412	0,41930	1,90241
89,5	0,70401	0,28981	1,56207	109,5	0,81664	0,42285	1,91114
90,0	0,70711	0,29289	1,57080	110,0	0,81915	0,42642	1,91986
90,5	0,71019	0,29598	1,57952	110,5	0,82165	0,43000	1,92859
91,0	0,71325	0,29909	1,58825	111,0	0,82413	0,43359	1,93732
91,5	0,71630	0,30221	1,59698	111,5	0,82659	0,43720	1,94604
92,0	0,71934	0,30534	1,60570	112,0	0,82904	0,44081	1,95477
92,5	0,72236	0,30849	1,61443	112,5	0,83147	0,44443	1,96350
93,0	0,72537	0,31165	1,62316	113,0	0,83389	0,44806	1,97222
93,5	0,72837	0,31482	1,63188	113,5	0,83629	0,45171	1,98095
94,0	0,73135	0,31800	1,64061	114,0	0,83867	0,45536	1,98968
94,5	0,73432	0,32120	1,64934	114,5	0,84104	0,45903	1,99840
95,0	0,73729	0,32441	1,65806	115,0	0,84339	0,46270	2,00713
95,5	0,74022	0,32763	1,66679	115,5	0,84573	0,46639	2,01586
96,0	0,74315	0,33087	1,67552	116,0	0,84805	0,47008	2,02458
96,5	0,74606	0,33412	1,68424	116,5	0,85035	0,47379	2,03331
97,0	0,74896	0,33738	1,69297	117,0	0,85264	0,47750	2,04204
97,5	0,75184	0,34065	1,70170	117,5	0,85491	0,48123	2,05076
98,0	0,75471	0,34394	1,71042	118,0	0,85717	0,48496	2,05949
98,5	0,75757	0,34724	1,71915	118,5	0,85941	0,48871	2,06822
99,0	0,76041	0,35055	1,72788	119,0	0,86163	0,49623	2,07694
99,5	0,76323	0,35388	1,73660	119,5	0,86384	0,49246	2,08567
100,0	0,76604	0,35721	1,74533	120,0	0,86603	0,50000	2,09444

Scanned with OKEN Scanner

Împărțirea cercului în părți egale. Împărțirea cercului în părți egale poate fi realizată utilizînd una din următoarele căi:

a. Grafic. Să se împartă cercul dat la un număr oarecare n de părți egale, de exemplu $n = 11$ (fig. 2.43).

Pentru aceasta se procedează astfel: Se trasează în cercul dat două diametre perpendiculare AB și CD. Din punctul A se duce o dreaptă înclinată

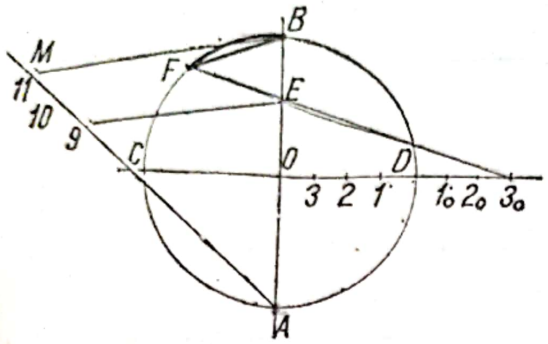


Fig. 2.43

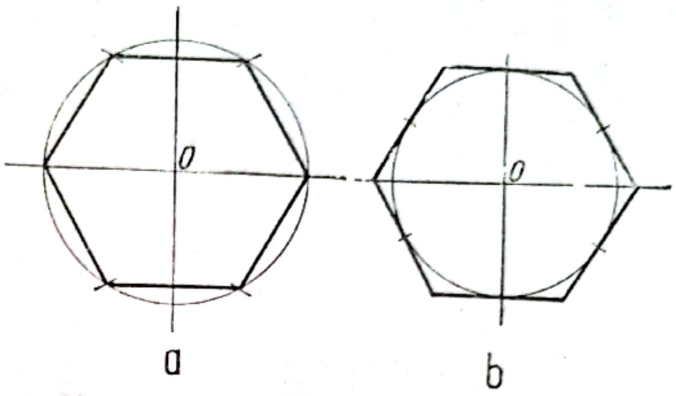


Fig. 2.44

sub un unghi oarecare față de AB, care se împarte într-un număr n de segmente egale între ele. Se unește printr-o dreaptă punctul M (punctul 11) cu punctul B. Prin punctul ce marchează a doua diviziune de la M (adică prin punctul 9) se duce o dreaptă paralelă la BM pînă ce întîlnește AB în punctul E. Raza OD se împarte în 4 părți egale, iar trei din acestea se transpun pe prelungirea razei OD. Punctul obținut 3_0 se unește cu punctul E. Se prelungește dreapta 3_0E pînă ce întîlnește circumferința cercului în punctul F. Arcul de cerc $FB \approx \frac{1}{11}$ părți din cerc.

b. Folosind datele din tabelul 2.3, să se împartă în 23 de părți egale cercul cu diametrul $D = 256$ mm.

În tabelul 2.3 pentru $n = 23$ se găsește $S = 0{,}13617$. Pentru $D = 256$ mm, $S = 256 \times 0{,}13617 = 34{,}9$ mm.

c. Utilizînd dispozitive speciale de trasat și capete divizoare.

2.6. *Construcții de poligoane regulate*

Poligoanele regulate — figurile geometrice plane mărginite de laturi egale și avînd toate unghiurile de la vîrfuri egale — pot fi înscrise (fig. 2.44, *a*) sau circumscrise unui cerc (fig. 2.44, *b*) centrul poligonului fiind și centrul cercului.

Construirea poligoanelor regulate înscrise în cerc este o aplicație a împărțirii cercului într-un număr oarecare de părți egale (v. tabelul 2.3). Unind între ele la rînd punctele de împărțire de pe cerc se obține poligonul regulat respectiv.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.3

Lungimea coardei S corespunzătoare celei de-a n parte egală a unui cerc, cu diametrul egal cu unitatea

n	S	n	S	n	S	n	S	n	S	n	S
—	—	18	0,17365	35	0,08964	52	0,06038	69	0,04551	86	0,03652
—	—	19	0,16460	36	0,08716	53	0,05924	70	0,04487	87	0,03610
3	0,86603	20	0,15643	37	0,08481	54	0,05814	71	0,04423	88	0,03568
4	0,70711	21	0,14904	38	0,08258	55	0,05709	72	0,04362	89	0,03529
5	0,58779	22	0,14232	39	0,08047	56	0,05607	73	0,04302	90	0,03490
6	0,50000	23	0,13617	40	0,07846	57	0,05509	74	0,04244	91	0,03452
7	0,43388	24	0,13053	41	0,07655	58	0,05414	75	0,04188	92	0,03414
8	0,38268	25	0,12533	42	0,07473	59	0,05322	76	0,04132	93	0,03377
9	0,34202	26	0,12054	43	0,07300	60	0,05234	77	0,04079	94	0,03341
10	0,30902	27	0,11609	44	0,07134	61	0,05148	78	0,04027	95	0,03306
11	0,28173	28	0,11196	45	0,06976	62	0,05065	79	0,03976	96	0,03272
12	0,25882	29	0,10812	46	0,06824	63	0,04985	80	0,03926	97	0,03238
13	0,23932	30	0,10453	47	0,06679	64	0,04907	81	0,03878	89	0,03205
14	0,22252	31	0,10117	48	0,06540	65	0,04831	82	0,03830	99	0,03173
15	0,20791	32	0,09802	49	0,06407	66	0,04758	83	0,03784	100	0,03141
16	0,19509	33	0,09506	50	0,06279	67	0,04687	84	0,03739		
17	0,18375	34	0,09227	51	0,06156	68	0,04618	85	0,03695		

Scanned with OKEN Scanner

Pentru construirea poligoanelor regulate circumscrise unui cerc dat se împarte cercul într-un număr de arce de cerc egale cu numărul de laturi al poligonului utilizînd tabelul 2.3; în punctul de împărțire se duc tangente la cerc, care determină la întretăierea lor vîrfurile poligonului circumscris căutat.

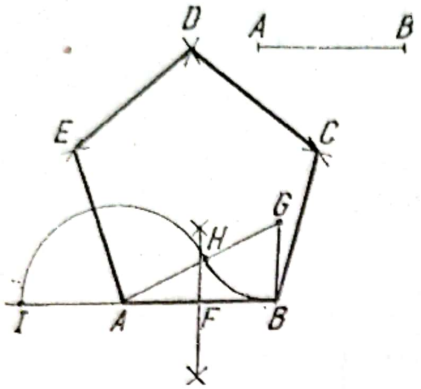


Fig. 2.45

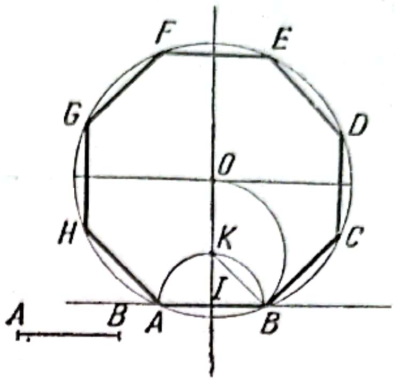


Fig. 2.46

Construirea unui pentagon regulat cînd se cunoaște lungimea laturii (fig. 2.45). Pe o dreaptă care se ia ca bază de lucru, se transpune segmentul dat AB, determinînd astfel prima latură a pentagonului. Se determină în continuare, așa cum s-a arătat în fig. 2.3, jumătatea F a segmentului AB. În punctul B se ridică o perpendiculară, BG, egală cu lungimea BF. Se unește punctul A cu punctul G și pe dreapta AG se determină punctul H prin intersecția ei cu un arc de cerc, descris din G cu raza GB. Se mută vîrful compasului din G în A și cu raza AH se descrie un arc de cerc care întretaie prelungirea dreptei inițiale în punctul I. Lungimea BI este diagonala pentagonului; cu ajutorul ei se determină vîrfurile pentagonului, aflate de o parte și de alta a vîrfurilor cunoscute A și B, trasînd din acestea arce de cerc egale cu latura dată și cu diagonala obținută. Punctul D se obține cu ajutorul arcelor de cerc trasate din punctele C și E avînd ca rază latura dată AB.

Construirea unui octogon regulat cînd se cunoaște lungimea laturii AB (fig. 2.46). Pe o dreaptă oarecare se transpune segmentul dat AB și se trasează perpendiculara la jumătatea lui (punctul I). Cu vîrful compasului în I și cu raza AI, se descrie un semicerc, determinîndu-se punctul K. Se mută vîrful compasului din I în K și cu descrierea BK se descrie un arc de cerc care întretaie perpendiculara la latura AB în punctul O. Acest punct este centrul cercului circumscris octogonului căutat. Cu raza OA se descrie cercul; apoi se mută vîrful compasului în punctul B și cu deschiderea AB (lungimea dată a laturii octogonului) se întretaie cercul în punctul C. Din punctul C se procedează la fel pentru a obține punctul D și așa mai departe pînă se obțin toate punctele, vîrfuri ale octogonului căutat.

Scanned with OKEN Scanner

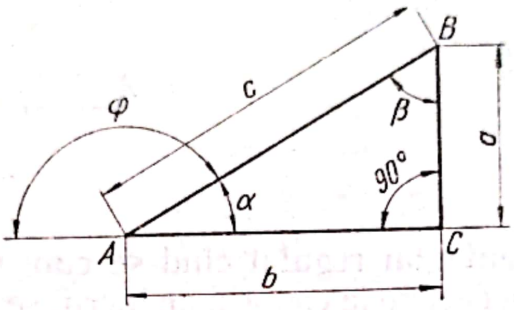
2.7. *Funcţii trigonometrice*

La executarea diverselor operaţii de trasare trebuie cunoscute funcţiile trigonometrice şi modul lor de utilizare.

Rapoartele dintre laturile triunghiului dreptunghic definesc funcţiile trigonometrice şi anume: $\sin\alpha = \frac{a}{c}$; $\cos\alpha = \frac{b}{c}$; $\operatorname{tg}\alpha \frac{a}{b}$; $\operatorname{ctg}\alpha = \frac{b}{a}$ (vezi tabelul 2.4).

Tabelul 2.4

Funcţii trigonometrice



Unghiul	Sinusul	Cosinusul	Tangenta	Cotangenta
$\beta = 90° - \alpha$	$\sin\beta = \cos\alpha$	$\cos\beta = \sin\alpha$	$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{ctg}\alpha$	$\operatorname{ctg}\beta = \operatorname{tg}\alpha$
$\varphi = 180° - \alpha$	$\sin\varphi = \sin\alpha$	$\cos\varphi = -\cos\alpha$	$\operatorname{tg}\varphi = -\operatorname{ctg}\alpha$	$\operatorname{ctg}\varphi = -\operatorname{ctg}\alpha$

Relaţiile dintre unghiurile unui triunghi dreptunghic se determină cu formulele: $\alpha° = 90 - \beta°$; $\varphi° = 180 - \alpha°$.

Unele relaţii între funcţii trigonometrice se dau în tabelul 2.4, de exemplu:

$$\sin\beta = \sin(90° - \alpha) = \cos\alpha; \sin\varphi = \sin(180° - \alpha) = \sin\alpha.$$

Valorile funcţiilor trigonometrice. Valorile funcţiilor trigonometrice ale unghiurilor de la 0 ...90° sînt date în tabelul 2.5. În tabel se găsesc valorile funcţiilor trigonometrice ale unui unghi dat şi invers, dacă este dată valoarea funcţiei trigonometrice, se poate găsi mărimea unghiului corespunzător.

În tabel sînt date, în afară de valorile unghiurilor în grade întregi, şi valorile pentru unghiurile din 10′ în 10′.

Se dau cîteva exemple de utilizare a tabelelor cu funcţiile trigonometrice.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.5

Valorile funcțiilor trigonometrice

Sinus

Grade	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	Grade
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01454	0,01754	89
1	0,01745	0,02036	0,02327	0,02618	0,02908	0,03199	0,03490	88
2	0,03490	0,03781	0,04071	0,04362	0,04653	0,04943	0,05234	87
3	0,05234	0,05524	0,05814	0,06105	0,06395	0,06685	0,06976	86
4	0,06976	0,07266	0,07556	0,07846	0,08136	0,08426	0,08715	85
5	0,08715	0,09005	0,09295	0,09585	0,09874	0,10164	0,10453	84
6	0,10453	0,10742	0,11031	0,11320	0,11609	0,11898	0,12187	83
7	0,12187	0,12476	0,12764	0,13053	0,13341	0,13629	0,13917	82
8	0,13917	0,14205	0,14493	0,14781	0,15069	0,15356	0,15643	81
9	0,15643	0,15931	0,16218	0,16505	0,16792	0,17078	1,17365	80
10	0,17365	0,17651	0,17937	0,18224	0,18509	0,18795	0,19081	79
11	0,19081	0,19366	0,19652	0,19937	0,20222	0,20507	0,20791	78
12	0,20791	0,21076	0,21360	0,21644	0,21928	0,22212	0,22495	77
13	0,22495	0,22778	0,23062	0,23345	0,23627	0,23910	0,24192	76
14	0,24192	0,24474	0,24756	0,25038	0,25320	0,25601	0,25882	75
15	0,25882	0,26163	0,26443	0,26724	0,27004	0,27264	0,27564	74
16	0,27564	0,27843	0,28123	0,28402	0,28680	0,28959	0,29237	73
17	0,29237	0,29515	0,29793	0,30071	0,30348	0,30625	0,30902	72
18	0,30902	0,31178	0,31454	0,31730	0,32006	0,32282	0,32557	71
19	0,32557	0,32832	0,33106	0,33381	0,33655	0,33929	0,34202	70
20	0,34202	0,34475	0,34748	0,35021	0,35293	0,35565	0,35837	69
21	0,35837	0,36108	0,36379	0,36650	0,36921	0,37191	0,37461	68
22	0,37461	0,37730	0,37999	0,38268	0,28537	0,38805	0,39073	67
23	0,39073	0,39341	0,39608	0,39875	0,40141	0,40408	0,40674	66
24	0,40674	0,40930	0,41204	0,41469	0,41734	0,41998	0,42262	65
25	0,42262	0,42525	0,42788	0,43051	0,43313	0,43575	0,43837	64
26	0,43837	0,44098	0,44359	0,44620	0,44880	0,45140	0,45399	63
27	0,45399	0,45658	0,45917	0,46175	0,46433	0,46690	0,46947	62
28	0,46947	0,47204	0,47460	0,47716	0,47971	0,48226	0,48481	61
29	0,48481	0,48735	0,48989	0,49242	0,49495	0,49748	0,50000	60
Grade	60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′	Grade

Cosinus

Scanned with OKEN Scanner

Sinus

Grade	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	Grade
30	0,50000	0,50252	0,50503	0,50754	0,51004	0,51254	0,51504	59
31	0,51504	0,51753	0,52002	0,52250	0,52498	0,52745	0,52992	58
32	0,52992	0,53238	0,53484	0,53730	0,53975	0,54220	0,54464	57
33	0,54464	0,54708	0,54951	0,55194	0,55436	0,55678	0,55919	56
34	0,55919	0,56160	0,56401	0,56641	0,56880	0,57119	0,57358	55
35	0,57358	0,57596	0,57833	0,58070	0,58307	0,58543	0,58779	54
36	0,58779	0,59014	0,59248	0,59482	0,59716	0,59949	0,60182	53
37	0,60182	0,60414	0,60645	0,60876	0,61107	0,61337	0,61566	52
38	0,61566	0,61795	0,62024	0.62251	0,62479	0,62706	0,62932	51
39	0,62932	0,63158	0,63383	0,63608	0,63832	0,64056	0,64279	50
40	0,64279	0,64501	0,64723	0,64945	0,65166	0,65386	0,65606	49
41	0,65606	0,65825	0,66044	0,66262	0,66480	0,66697	0,66913	48
42	0,66913	0,67129	0,67344	0,67559	0,67773	0,67987	0,68200	47
43	0,68200	0,68412	0,68624	0,68835	0,69046	0,69256	0,69466	46
44	0.69466	0,69675	0,69883	0,70091	0,70298	0,70505	0,70711	45
45	0,70711	0,70916	0,71121	0,71325	0,71529	0,71732	0,71934	44
46	0,71934	0,73136	0,72337	0,72537	0,72737	0,72937	0,73135	43
47	0,73135	0,73333	0,73531	0,73728	0,73924	0,74120	0,74314	42
48	0,74314	0,74509	0,74703	0,74896	0,75088	0,75280	0,75471	41
49	0,75471	0,75661	0,75851	0,76041	0,76229	0,76418	0,76604	40
50	0,76604	0,76791	0,76977	0,77162	0,77347	0,77531	0,77715	39
51	0,77715	0,77897	0,78079	0,78261	0,78442	0,78622	0,78801	38
52	0,78801	0,78980	0,79158	0,79335	0,79512	0,79688	0,79864	37
53	0,79864	0,80038	0,80212	0.80386	0,80558	0,80730	0,80902	36
54	0,80902	0,81072	0,81242	0,81412	0,81580	0,81748	0,81915	35
55	0,81915	0,82082	0,82248	0,82413	0,82577	0,82741	0,82904	34
56	0,82904	0,83066	0,83228	0,83389	0,83549	0,83708	0,83867	33
57	0,83867	0,84025	0,84182	0,84339	0,84495	0,84650	0,84805	32
58	0,84805	0,84959	0,85112	0,85264	0,85416	0,85567	0,85717	31
59	0,85717	0,85866	0,86015	0,86163	0,86310	0,86457	0,86603	30
Grade	60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′	Grade

Cosinus

Scanned with OKEN Scanner

Sinus

Grade	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	Grade
60	0,86603	0,86784	0,86892	0,87036	0,87178	0,87321	0,87462	29
61	0,87462	0,87603	0,87743	0,87882	0,88020	0,88158	0,88295	28
62	0,88295	0,88431	0,88566	0,88701	0,88835	0,88968	0,89101	27
63	0,89101	0,89232	0,89363	0,89493	0,89623	0,89752	0,89879	26
64	0,89879	0,90007	0,90133	0,90259	0,90383	0,90507	0,90631	25
65	0,90631	0,90753	0,90875	0,90996	0,91116	0,91236	0,91355	24
66	0,91355	0,91472	0,91590	0,91706	0,91822	0,91936	0,92050	23
67	0,92050	0,92164	0,92276	0,92388	0,92499	0,92609	0,92718	22
68	0,92718	0,92827	0,92935	0,93042	0,93148	0,93253	0,93358	21
69	0,93358	0,93462	0,93565	0,93667	0,93769	0,93869	0,93969	20
70	0,93969	0,94068	0,94167	0,94264	0,94361	0,94457	0,94552	19
71	0,94552	0,94646	0,94740	0,94832	0,94924	0,95015	0,95106	18
72	0,95106	0,95195	0,95284	0,95372	0,95459	0,95545	0,95630	17
73	0,95630	0,95715	0,95799	0,95882	0,95964	0,96046	0,96126	16
74	0,96126	0,96206	0,96285	0,96363	0,96440	0,96517	0,96593	15
75	0,96593	0,96667	0,96472	0,96815	0,96887	0,96959	0,97030	14
76	0,97030	0,97100	0,97169	0,97237	0,97304	0,97371	0,97437	13
77	0,97437	0,97502	0,97566	0,97630	0,97692	0,97754	0,97815	12
78	0,97815	0,97875	0,97934	0,97992	0,98050	0,98107	0,98163	11
79	0,98163	0,98218	0,98272	0,98325	0,98378	0,98430	0,98481	10
80	0,98481	0,98531	0,98580	0,98629	0,98676	0,98723	0,98769	9
81	0,98769	0,98814	0,98858	0,98902	0,98904	0,98986	0,99027	8
82	0,99027	0,99067	0,99106	0,99144	0,99182	0,99219	0,99255	7
83	0,99255	0,99290	0,99324	0,99357	0,99390	0,99421	0,99452	6
84	0,99452	0,99482	0,98511	0,99540	0,99567	0,99394	0,99619	5
85	0,99619	0,99644	0,99668	0,99692	0,99714	0,99736	0,99756	4
86	0,99756	0,99776	0,99795	0,99813	0,99831	0,99847	0,99863	3
87	0,99863	0,99878	0,99892	0,99905	0,99917	0,99929	0,99939	2
88	0,99939	0,99949	0,99958	0,99966	0,99973	0,99979	0,99985	1
89	0,99985	0,99989	0,99993	0,99996	0,99998	1,00000	1,00000	0
Grade	60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′	Grade

Cosinus

Scanned with OKEN Scanner

T a n g e n t ă

Grade	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	Grade
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01455	0,01746	89
1	0,01746	0,02036	0,02328	0,02619	0,02910	0,03201	0,03492	88
2	0,03492	0,03783	0,04075	0,04366	0,04658	0,04949	0,05241	87
3	0,05241	0,05533	0,05824	0,06116	0.06408	0,06700	0,06993	86
4	0,06993	0,07285	0,07578	0,07870	0,08163	0,08456	0,08749	85
5	0,08749	0,09042	0,09335	0,09629	0,09923	0,10216	0,10510	84
6	0,10510	0,10805	0,11099	0,11394	0,11688	0,11983	0,12278	83
7	0,12227	0,12574	0,12869	0,13165	0,13461	0,13758	0,14054	82
8	0,14054	0,14351	0,14648	0,14945	0,15243	0,15540	0,15838	81
9	0,15838	0,16137	0,16435	0,16734	0,17033	0,17333	0,17633	80
10	0,17633	0,17933	0,18233	0,18534	0,18835	0,19136	0,19438	79
11	0,19438	0,19740	0,20042	0,20345	0,20648	0,20952	0,21256	78
12	0,21256	0,21560	0,21864	0,22169	0,22475	0,22781	0,23087	77
13	0,23087	0,23393	0,23700	0,24008	0,24316	0,24624	0,24933	76
14	0,24933	0,25242	0,25552	0,25862	0,26172	0,26483	0,26795	75
15	0,26795	0,27107	0,27419	0,27732	0,28046	0,28360	0,28675	74
16	0,28675	0,28990	0,29305	0,29621	0,29938	0,30255	0,30573	73
17	0,30573	0,30891	0,31210	0,31530	0,31850	0,32171	0,32492	72
18	0,32492	0,32814	0,33136	0,33460	0,33783	0,34108	0,34433	71
19	0,34433	0,34758	0,35085	0,35412	0,35740	0,36068	0,36397	70
20	0,36397	0,36727	0,37057	0,37388	0,37720	0,38053	0,38386	69
21	0,38386	0,38721	0,39055	0 39391	0,39727	0,40065	0,40403	68
22	0,40403	0,40741	0,41081	0,41421	0,41763	0,42105	0,42447	67
23	0,42447	0,42791	0,43136	0,43481	0,43828	0,44175	0,44523	66
24	0,44523	0,44872	0,45222	0,45573	0,45924	0,46277	0,46631	65
25	0,46631	0,46985	0,47341	0,47698	0,48055	0,48414	0,48773	64
26	0,48773	0,49134	0,49495	0,49858	0,50222	0,50587	0,50953	63
27	0,50953	0,51319	0,51688	0,52057	0,52427	0,52798	0,53171	62
28	0,53171	0,53545	0,53920	0,54296	0,54673	0,55051	0,55431	61
29	0,55431	0,55812	0,56191	0,56577	0,56962	0,57348	0,57735	60
Grade	60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′	Grade

C o t a n g e n t ă

Scanned with OKEN Scanner

Tangentă

Grade	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	Grade
30	0,57735	0,58124	0,58513	0,58905	0,59297	0,59691	0,60086	59
31	0,60086	0,60483	0,60881	0,61280	0,61681	0,62083	0,62487	58
32	0,62487	0,62892	0,63299	0,63707	0,64117	0,64528	0,64941	57
33	0,64941	0,65355	0,65771	0,66189	0,66608	0,67028	0,67451	56
34	0,67451	0,67875	0,68301	0,68728	0,69157	0,69588	0,70021	55
35	0,70021	0,70455	0,70891	0,71329	0,71769	0,72211	0,72654	54
36	0,72654	0,73100	0,73547	0,73996	0,74447	0,74900	0,75355	53
37	0,75355	0,75812	0,76272	0,76733	0,77196	0,77661	0,78129	52
38	0,78129	0,79598	0,79070	0,79544	0,80020	0,80498	0,80978	51
39	0,80978	0,81461	0,81946	0,82434	0,82923	0,83415	0,83910	50
40	0,83910	0,84407	0,84906	0,85408	0,85912	0,86419	0,86929	49
41	0,86929	0,87441	0,87955	0,88473	0,88992	0,89515	0,90040	48
42	0,90040	0,90569	0,91099	0,91633	0,92170	0,92709	0,93252	47
43	0,93252	0,93797	0,94345	0,94896	0,95451	0,96008	0,96569	46
44	0,96569	0,97133	0,97700	0,98270	0,98843	0,99420	1,00000	45
45	1 00000	1,00583	1,01170	1,01761	1,02355	1,02952	1,03553	44
46	1,03553	1,04158	1,04766	1,05378	1,05994	1,06613	1,07237	43
47	1,07237	1,07864	1 08496	1,09131	1,09770	1,04114	1,11061	42
48	1,11061	1,11713	1,12369	1,13029	1,13694	1,14363	1,15037	41
49	1,15037	1,15715	1,16598	1,17085	1,17777	1,18474	1.19175	40
50	1,19175	1.19882	1,20593	1,21310	1,22031	1,22758	1,23490	39
51	1,23490	1,24227	1,24969	1,25717	1,26471	1,27230	1,27994	38
52	1,27994	1,28764	1,29541	1,30323	1,31110	1,31904	1,32704	37
53	1,32704	1,33511	1,34323	1,35142	1,35968	1,36800	1,37638	36
54	1,37638	1,38484	1,39336	1,40195	1,41061	1,41934	1,42815	35
55	1,42815	1,43703	1,44598	1,45501	1,46411	1,47330	1,48256	34
56	1,48256	1,49190	1,50133	1,51084	1,52043	1,53010	1,53987	33
57	1,53987	1,54972	1,55966	1,56969	1,57981	1,59002	1,60033	32
58	1,60033	1,61074	1,62125	1,63185	1,64256	1,65337	1,66428	31
59	1,66428	1,67530	1,68643	1,69766	1,70901	1,72047	1,73205	30
Grade	60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′	Grade

Cotangentă

Scanned with OKEN Scanner

Tangentă

Grade	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	Grade
60	1,73205	1,74375	1,75556	1,76749	1,77955	1,79174	1,80405	29
61	1,80405	1,81649	1,82906	1,84174	1,85462	1,86760	1,88073	28
62	1,88073	1,89400	1,90741	1,92098	1,93470	1,94858	1,96261	27
63	1,96261	1,97680	1,99116	2,00569	2,02039	2,03526	2,05030	26
64	2,05030	2,06553	2,08094	2,09654	2,11233	2,12832	2,14451	25
65	2,14451	2,16090	2,17749	2,19430	2,21132	2,22857	2,24604	24
66	2,24604	2,26374	2,28164	2,29984	2,31826	2,33693	2,35585	23
67	2,35585	2,37504	2,39449	2,41421	2,43422	2,45451	2,47509	22
68	2,47509	2,49597	2,51715	2,53865	2,56046	2,58261	2,60509	21
69	2,60509	2,62791	2,65109	2,67462	2,69853	2,72281	2,74748	20
70	2,74748	2,77254	2,79802	2,82391	2,85023	2,87700	2,90421	19
71	2,90421	2,93189	2,96004	2,98869	3,01783	3,04749	3,07768	18
72	3,07768	3,10842	3,13972	3,17159	3,20406	3,23714	3,27085	17
73	3,27085	3,30521	3,34023	3,37594	3,41123	3,44951	3,48741	16
74	3,28741	3,52609	3,56657	3,60588	3,64705	3,68909	3,73205	15
75	3,73205	3,77595	3,82083	3,86671	3,91364	3,96165	4,01078	14
76	4,01078	4,06107	4,11256	4,16530	4,21933	4,27471	4,33148	13
77	4,33148	4,38969	4,44942	4,51071	4,57363	4,63825	4,70463	12
78	4,70463	4,77286	4,84300	4,91516	4,98940	5,06584	5,14455	11
79	5,14455	5,22566	5,30928	5,39552	5,48451	5,57638	5,67128	10
80	5,76128	5,76937	5,87080	5,97576	6,08444	6,19703	6,31375	9
81	6,31375	6,43484	6,56055	6,69116	6,82694	6,96823	7,11537	8
82	7,11537	7,26873	7,42871	7,59575	7,77035	7,95302	8,14335	7
83	8,14435	8,34496	8,55555	8,77689	9,00983	9,25530	9,51436	6
84	9,51436	9,78817	10,07803	10,38540	10,71191	11,05943	11,43005	5
85	11,43005	11,82617	12,25051	12,70621	13,19688	13,72674	14,30067	4
86	14,30067	14,92442	15,60478	16,34986	17,16934	18,07498	19,08114	3
87	19,08114	20,20555	21,47040	22,90377	24,54176	26,43160	28,63625	2
88	28,63625	31,24158	34,36777	38,18846	42,96408	49,10388	57,28996	1
89	57,28996	68,75009	85,93979	114,58865	171,88540	343,77371		0

Grade	60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′	Grade

Cotangentă

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 1. Să se găsească sinusul unghiului $\alpha = 27°26'$.

În tabel se găsește:

$$\sin 27°30' = 0{,}46175;$$

$$\sin 27°20' = 0{,}45917.$$

Diferența pentru zece minute:

$$0{,}46175 - 0{,}45917 = 0{,}00258.$$

Diferența pentru un minut:

$$0{,}00258 : 10 = 0{,}000258.$$

Diferența pentru șase minute:

$$0{,}000258 \times 6 = 0{,}00155.$$

Valoarea sinusului pentru $\alpha = 27°26'$:

$$0{,}45917 + 0{,}00155 = 0{,}46072.$$

Exemplul 2. Să se găsească consinusul unghiului $\alpha = 57°22'$.
În tabel se găsește:

$$\cos 57°20' = 0{,}53975;$$

$$\cos 57°30' = 0{,}53730.$$

Diferența pentru zece minute:

$$0{,}53975 - 0{,}53730 = 0{,}00245.$$

Diferența pentru un minut:

$$0{,}00245 : 10 = 0{,}000245,$$

iar pentru două minute:

$$0{,}000245 \times 2 = 0{,}00049.$$

Valoarea consinusului pentru $\alpha = 57°22'$:

$$0{,}53975 - 0{,}00049 = 0{,}53926.$$

2.8. *Construcții de curbe formate din arce de cerc*

Ovoidul. Ovoidul — curbă plană închisă formată din arce de cerc racordate — se obține conform fig. 2.47. În cercul O cu diametrele perpendiculare AB și CD se trasează dreptele AD și BD care se prelungesc. Din B și A, ca centre, cu o rază egală cu AB — diametrul cercului.

Scanned with OKEN Scanner

se trasează arcele de cerc AE și BF. Din D, ca centru, cu raza DE se trasează arcul de cerc EF, completîndu-se astfel construcția ovoidului.

Ovalul. Ovalul — curbă plană închisă, simetrică față de cele două axe perpendiculare ale sale și formată tot din arce de cerc racordate — se construește folosind una din metodele următoare:

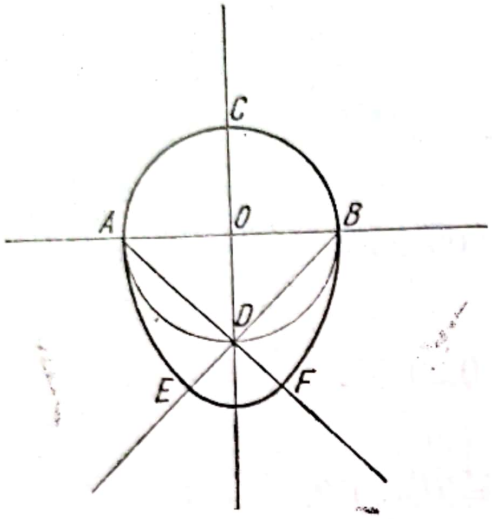


Fig. 2.47

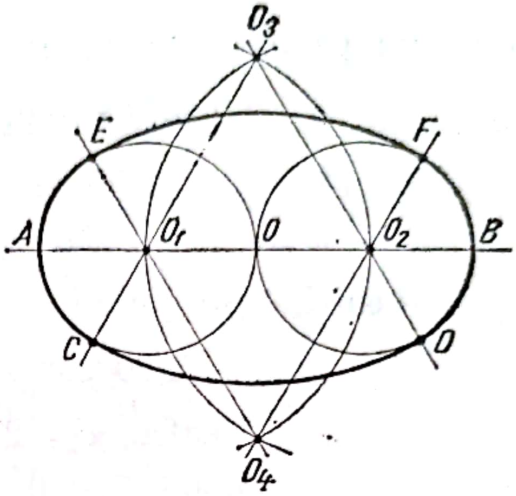


Fig. 2.48

Construcția ovalului cînd se dă axa mare (fig. 2.48). Axa mare AB se împarte în patru părți egale, obținîndu-se punctele O_1, O și O_2. Din O_1 și O_2 — ca centru — cu raza O_1A se trasează două cercuri tangente în punctul O. Tot din O_1 și O_2 — ca centru — cu raza O_1O_2 se trasează două arce de cerc a căror intersecție determină punctele O_3 și O_4, centrele arcelor de racordare. Unind punctele O_3 și O_4 cu O_1 și O_2 și prelungind aceste drepte, se determină punctele de racordare C, D, E și F. Din O_3 și O_4 se trasează arcele CD și EF, care se completează cu arcele CE, respectiv DF, cu centrele în O_1 și O_2.

Construcția ovalului cînd se dau cele două axe (fig. 2. 49).Din punctul O, intersecția axelor perpendiculare AB și CD, cu raza OA, se trasează un semicerc, care întretaie prelungirea axei mici CD în punctul E. Din punctul C — ca centru — cu raza CE se trasează un arc de cerc care determină pe dreptele CA și CB punctele F și G. Pe mijlocul dreptelor FA și GB se trasează perpendiculare, care, la intersecția cu axa mare, determină punctele O_1 și O_2, iar la intersecția cu axa mică — punctele O_4 și O_3 simetrice. Se unesc punctele O_3 și O_4 cu O_1 și O_2 prin drepte prelungite. Din O_1 și respectiv O_2 — ca centre — se trasează două arce de cerc cu raza O_1A pînă la dreptele trasate prin aceste centre și se determină respectiv punctele de racordare H, I, K și M. Cu centrul O_3 și respectiv O_4, și cu raza O_3H se trasează arcele de cerc HK și respectiv IM și se obține ovalul.

Scanned with OKEN Scanner

Construcția ovalului prin metoda dreptunghiului (fig. 2.50). Avînd axa mare AB și axa mică CD, perpendiculare în punctul O, se construiește dreptunghiul $BOCE$, se trasează diagonala CB și bisectoarele unghiurilor ECB și CBE. Intersecția bisectoarelor determină punctul de racordare F, din care se trasează o perpendiculară pe diagonala CB, de-

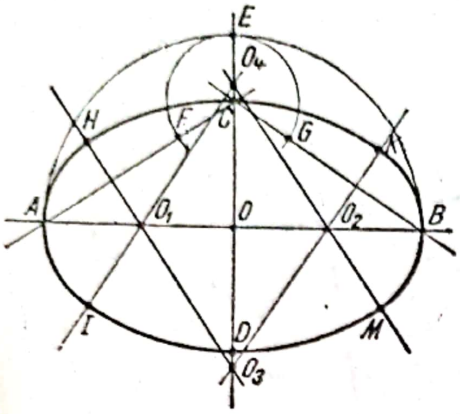


Fig. 2.49

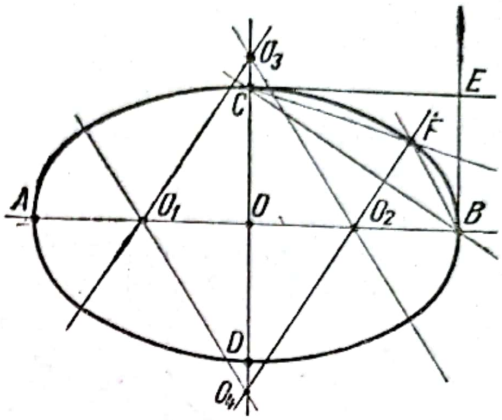


Fig. 2.50

terminînd pe axa mare punctul O_2 și pe axa mică punctul O_4. Punctul O_2 este centrul arcului mic de racordare, iar punctul O_4 centrul arcului mare de racordare. Celelalte puncte sau centre de racordare se vor determina în raport cu axele ovalului față de care sînt simetrice.

2.9. *Construcții de curbe plane (conice)*

Elipsa. Elipsa (fig. 2.51) — locul geometric al punctelor pentru care suma distanțelor la două puncte fixe numite focare (F_1 și F_2) este constantă — se construiește în felul următor:

Se trasează două cercuri concentrice (fig. 2.52) cu razele egale cu a și respectiv b, semiaxele mare și mică ale elipsei (fig. 2.51). Cercul

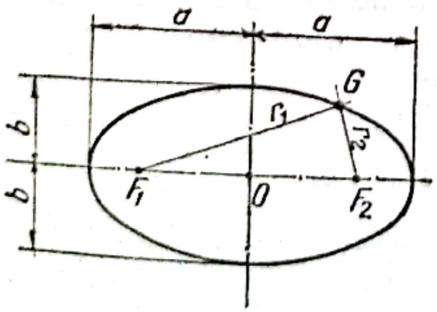


Fig. 2.51

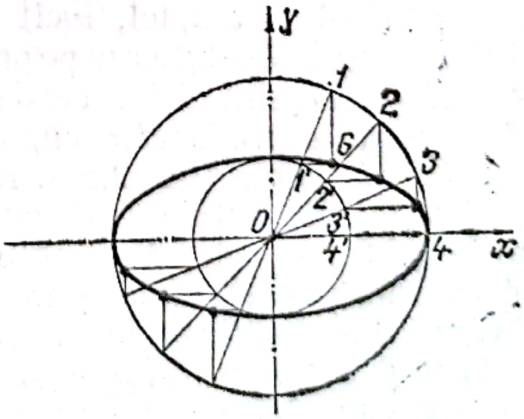


Fig. 2.52

mare se împarte într-un număr oarecare de părți egale, obținînd punctele *1*, *2*, *3*, etc. care se unesc cu centrul comun *O*. Locul de intersecție al acestor raze cu cercul mic se notează cu punctele *1'*, *2'*, *3'*. etc. Din punctele *1*, *2*, *3* etc. și respectiv *1'*, *2'*, *3'* etc. se duc drepte paralele la axele *y* și respectiv *x*. Punctul de intersecție *G* a două perechi de

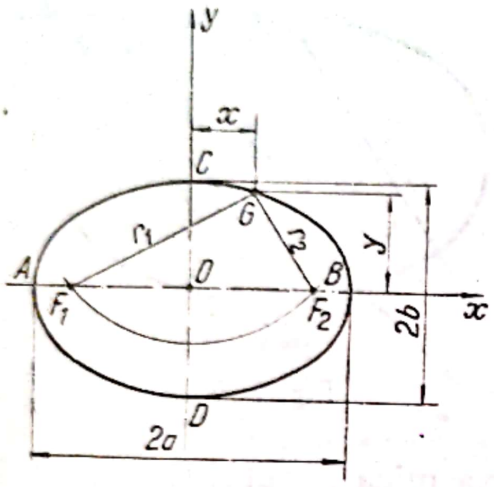


Fig. 2.53

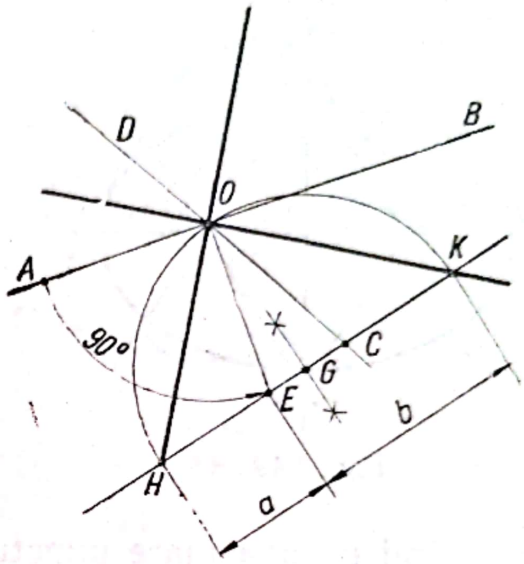


Fig. 2.54

astfel de drepte este un punct al elipsei. Conturul elipsei se obține unind toate punctele obținute în acest fel.

În cazul cînd se dau semiaxele elipsei $AO = a$ și $OC = b$ (fig. 2.53), focarele F_1 și F_2 se pot găsi descriind din punctul C un arc de cerc avînd raza egală cu semiaxa mare a. Punctele de intersecție cu axa mare, F_1 și F_2, sînt tocmai focarele căutate. Materializînd cele două focare, de exemplu cu două cuie, elipsa se poate trasa trecînd peste cuie un inel de sfoară neextensibilă avînd lungimea $2a$, așezînd creionul în punctul G și mișcîndu-l în așa fel, încît sfoara să rămînă tot timpul întinsă. Această construcție se bazează pe proprietatea elipsei că $r_1 + r_2 = const = 2a$ unde r_1 și r_2 sînt distanțele de la punctele de pe elipsă pînă la focare.

Determinarea semiaxelor elipsei cînd se cunosc diametrele conjugate AB și CD ale elipsei (fig. 2.54). În acest caz semiaxele se găsesc rotind unul din semidiametrele conjugate AO cu 90° pînă în poziția OE. Se ia distanța $OC = OA$. Apoi se duce o dreaptă prin punctele E și C. Se determină punctul G la mijlocul segmentului EC și cu centrul în G și raza GO se descrie un arc de cerc, care intersectează dreapta EC prelungită în punctele H și K. Segmentele de dreaptă HE și EK sînt egale cu semiaxa mică, respectiv semiaxa mare ale elipsei. Direcțiile semiaxei mici și semiaxei mari sînt OH și respectiv OK.

Scanned with OKEN Scanner

Coordonatele x și y ale unui punct oarecare G de pe elipsă satisfac relația (fig. 2.53):

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1. \tag{2.1}$$

Diferitele puncte de pe elipsă se pot obține pe cale analitică cu ajutorul ecuației:

$$y = \pm \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}. \tag{2.2}$$

Determinarea lungimii arcului de elipsă. Pentru determinarea arcului de elipsă BD (fig. 2.55, *b*) se procedează în felul următor: pe coarda BD se ridică o perpendiculară din focarul F_1, care intersectează în punctul E prelungirea coardei BD. Din punctul B se ia jumătate din distanța EB, obținîndu-se punctul G. În punctul B se duce tangenta la elipsă. Cu centrul în G și cu raza GD se descrie un arc de cerc, care intersectează tangenta în punctul H. Distanța BH reprezintă lungimea arcului de elipsă BD.

În fig. 2.55, *a* este prezentată aceeași problemă, însă pentru un sfert de elipsă. Construcția poate fi folosită numai la determinarea lungimilor de arc pînă la un sfert din lungimea totală a elipsei și cu originea în punctul A sau B.

Lungimea totală a elipsei se determină analitic cu ajutorul relației:

$$L = al_1,$$

în care a este semiaxa mare a elipsei, iar l_1, este lungimea unei elipse cu $a = 1$, în funcție de raportul $\frac{b}{a}$ (tabelul 2.6).

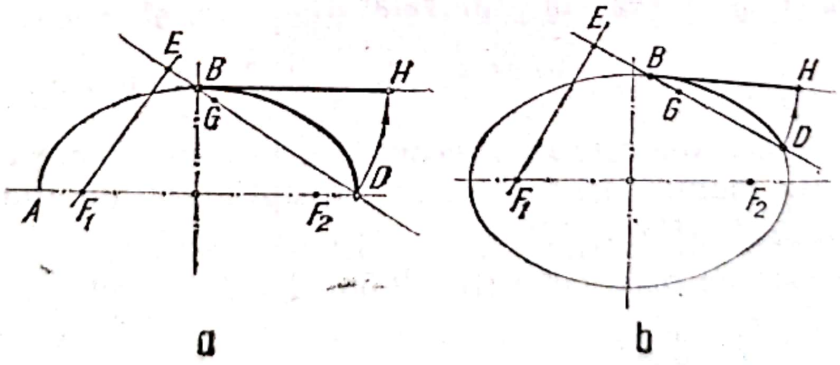


Fig. 2.55

Exemplu. Să se calculeze lungimea L a elipsei cu semiaxele $a = 40$ mm și $b = 20$ mm.

Pentru aceasta se calculează raportul

$$\frac{b}{a} = \frac{20}{40} = 0{,}5.$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.6

Lungimea elipsei l_1 pentru $a = 1$, în funcție de b/a

b/a	l_1	b/a	l_1	b/a	l_1	b/a	l_1	b/a	l_1
0,00	4,0000	0,20	4,2020	0,40	4,6026	0,60	5,1054	0,80	5,6723
01	0011	21	2186	41	6258	61	1324	81	7020
02	0038	22	2356	42	6492	62	1596	82	7317
03	0078	23	2531	43	6728	63	1870	83	7615
04	0131	24	2710	44	6966	64	2145	84	7915
05	0194	25	2892	45	7207	65	2421	85	8215
06	0267	26	3078	46	7450	66	2699	86	8516
07	0348	27	3268	47	7695	67	2978	87	8819
08	0438	28	3462	48	7942	68	3259	88	9122
09	0535	29	3659	49	8191	69	3541	89	9426
0,10	4,0640	0,30	4,3859	0,50	4,8442	0,70	5,3824	0,90	5,9732
11	0752	31	4062	51	8695	71	4108	91	6,0038
12	0870	32	4269	52	8950	72	4394	92	0345
13	0994	33	4478	53	9207	73	4681	93	0,653
14	1125	34	4692	54	9466	74	4969	94	0962
15	1261	35	4908	55	9726	75	5258	95	1271
16	1403	36	5126	56	9988	76	5549	96	1582
17	1550	37	5347	57	5,0252	77	5841	97	1893
18	1702	38	5571	58	0518	78	6134	98	2205
19	1859	39	5797	59	0785	79	6428	99	2518

În tabelul 2.6, pentru elipsa cu $\frac{b}{a} = 0{,}5$, se găsește $l_1 = 4{,}8442$.

Lungimea elipsei rezultă din relația:

$$L = al_1 = 40 \times 4{,}8442 = 193{,}768 \text{ mm}.$$

Parabola. Parabola este locul geometric al punctelor egal depărtate de un punct fix, numit focar, F, și de o dreaptă fixă, numită directoare, LL' ($\overline{IIF} = \overline{II2'}$; fig. 2.56).

Prima metodă de construcție (fig. 2.56). Se dă directoarea LL' și focarul F.

Axa Ox se află ducînd o dreaptă perpendiculară pe directoarea LL' prin focarul F. Vîrful parabolei O se va găsi la jumătatea segmentului MF. Din punctul O, pe axa Ox se iau segmente oarecare egale între ele determinate de punctele 1, 2, 3 etc., prin care se duc perpendiculare la axa Ox. Din focarul F, se trasează arce de cerc cu razele $1M$, $2M$, $3M$ etc., obținînd punctele de intersecție I, II, III ș.a. Unind aceste puncte cu o linie curbă continuă se obține parabola.

Scanned with OKEN Scanner

A doua metodă de construcție (fig. 2.57). Se dau vîrful O, axa Ox și un punct al parabolei P.

Se construiește dreptunghiul $PNN'P'$; segmentele PN, NO, ON' și $N'P'$ se împart în același număr de părți egale. Din punctele *1*, *2*, *3* etc. ale segmentelor NO și $N'O$ se duc drepte paralele la axa Ox, iar punc-

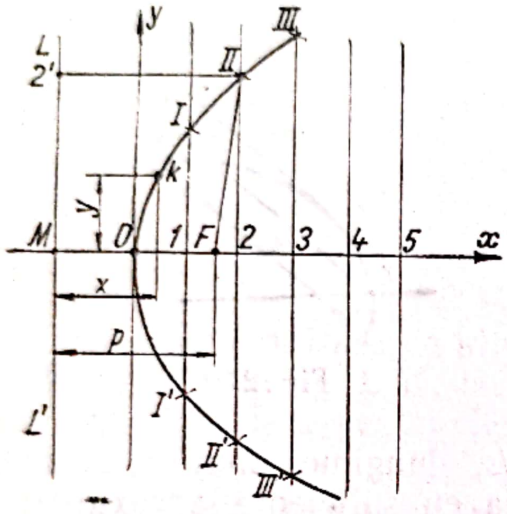


Fig. 2.56

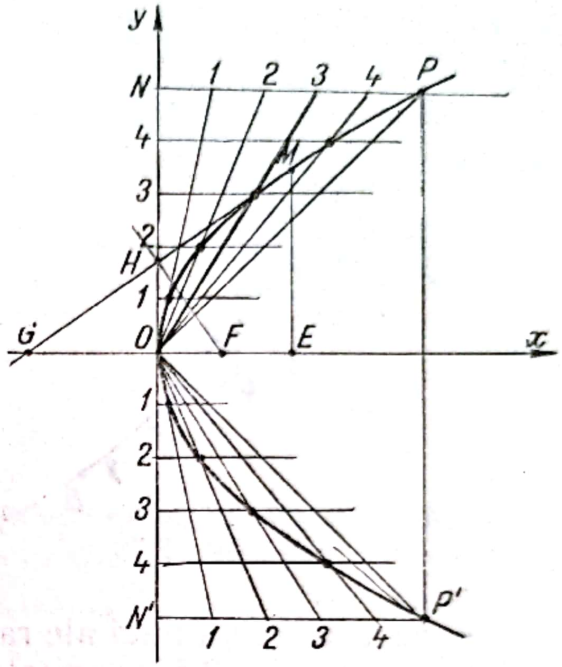


Fig. 2.57

tele *1*, *2*, *3* ș.a. ale segmentelor NP și $N'P'$ se unesc cu vîrful parabolei O. Intersecțiile corespunzătoare a acestor drepte determină parabola căutată.

Orice punct de pe curbă (v. fig. 2.56) satisface relația

$$y^2 = 2px; \quad y = \pm\sqrt{2px}, \tag{2.3}$$

din care se pot determina analitic coordonatele diferitelor puncte ale parabolei.

Focarul F al parabolei se poate determina coborînd de pe un punct arbitrar M (xy), situat pe curbă, o perpendiculară pe Ox, cu care se intersectează în punctul E. Distanța OE se ia, pe partea opusă a axei Ox, pînă în punctul G. Dreapta GM intersectează axa Oy în punctul H. Prin punctul H se duce o perpendiculară pe dreapta GM, care intersectează axa Ox în punctul F.

A treia metodă de construcție (*fig. 2.58*). Se dau două tangente la parabolă, adică punctele de tangență A și B și unghiul între tangente α.

Scanned with OKEN Scanner

În acest caz curba se poate construi împărțind segmentele AC și BC într-un număr corespunzător de părți egale. Punctele de împărțire care poartă același număr se unesc prin drepte, care sînt tangente la parabolă.

Pentru a găsi lungimea arcului de parabolă AM, se poate folosi construcția pentru determinarea lungimii arcului de elipsă (v. fig. 2.55).

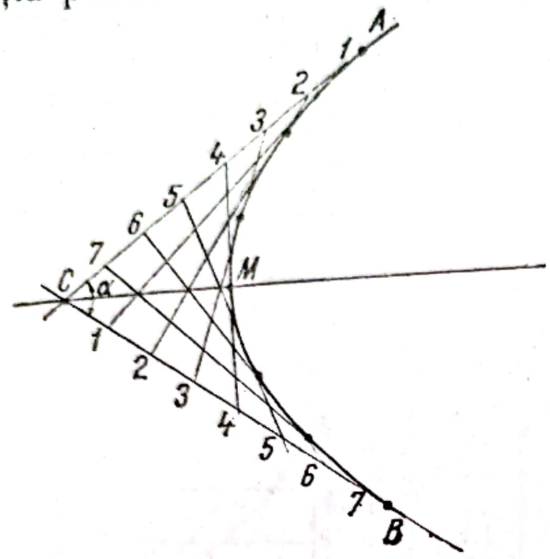


fig. 2.58

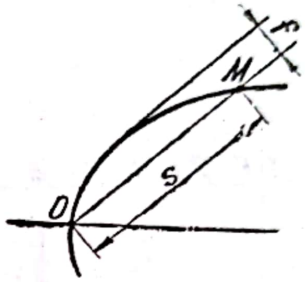


Fig. 2.59

Pentru valori mai mici ale raportului f/s, lungimea unui arc al unei curbe oarecare (fig. 2.59) se poate determina cu suficientă aproximație, cu ajutorul relației

$$\widehat{OM} \approx s\left[1 + \frac{8}{3}\left(\frac{f}{s}\right)^2 - \frac{32}{5}\left(\frac{f}{s}\right)^4\right], \qquad (2.4)$$

în care s este lungimea corzii care subîntinde arcul și f — lungimea săgeții arcului.

Hiperbola. Hiperbola este locul geometric al punctelor ce au proprietatea că diferența distanțelor la două puncte fixe, F_1 și F_2, numite focare, este constantă (fig. 2.60).

Prima metodă de construcție (fig. 2.61). Se dă poziția focarelor F_1 și F_2 și un punct P al hiperbolei.

Segmentul F_1F_2 se împarte în două părți egale; din punctul O se iau în ambele părți segmentele OA_1 și OA_2 egale cu $\frac{1}{2}(PF_2 - PF_1)$. Punctele obținute se numesc vîrfurile hiperbolei. Pe axa Ox se înseamnă punctele oarecare *1*, *2*, *3* etc. la distanțe egale. Cu centrul în F_1 și cu razele $r_1 = 1A_1;\ 2A_1;\ 3A_1$ etc. se descriu arce de cerc. Cu centrul în F_2 și cu razele $r_2 = 1A_2;\ 2A_2;\ 3A_2$ etc. se descriu arce de cerc ce întretaie pe primele în punctele *I*, *II*, *III* etc. Aceste puncte sînt punctele hiperbolei căutate ca urmare a faptului că $r_2 - r_1 = const.$

Scanned with OKEN Scanner

A doua metodă de construcție (*fig. 2.62*). Se dau asimptotele (tangentele la hiperbolă în punctele de la infinit) N și N' ale hiperbolei și unul din punctele ei P.

Ducînd prin punctul P un fascicul de drepte oarecare, acestea vor intersecta asimptotele în punctele *1*, *2*, *3* etc. și respectiv *1'*, *2'*, *3'* etc.; din punctele *1'*, *2'*, *3'* etc. se iau segmentele $1'I = P1$; $2'II = P2$; $3'III = P3$ etc. În acest mod se obțin punctele hiperbolei *I*, *II*, *III*, etc. (întrucît la hiperbolă segmentele oricărei drepte cuprinse între hiperbolă și asimptotele acesteia sînt egale între ele).

Punctele de pe hiperbolă (v. fig. 2.60) se pot determina și pe cale analitică cu relația

$$y = \pm \frac{b}{a} \sqrt{x^2 - a^2}, \tag{2.5}$$

în care

$$b = \sqrt{c^2 - a^2}.$$

Lungimea unui arc de hiperbolă se poate determina grafic după metoda arătată în fig. 2.55, iar analitic se poate calcula cu relația aproximativă (2.4) dată pentru fig. 2.59.

2.10. *Construcții de spirale*

Spirala lui Arhimede. Spirala lui Arhimede este o curbă plană deschisă, fiind descrisă de un punct care se mișcă pe o dreaptă cu o viteză constantă, dreapta rotindu-se în același timp în jurul unui centru cu viteza unghiului constantă ω.

Se trasează un cerc cu raza $OA = r_0 = 2\pi r_a$, unde r_a este drumul parcurs de un punct pe dreaptă (fig. 2.63) în timp ce aceasta se rotește cu 360° (pasul spiralei). Raza OA se împarte într-un număr oarecare de părți egale $O1 = 12 = 23 = \ldots$ și în același număr de părți egale se împarte cercul trasat: $A1' = 1'2' = 2'3'$ etc. Pe razele *O1'*, *O2'*, *O3'* etc. se iau din centru segmentule *O1*, *OII*, *OIII* etc. egale corespunzător cu segmentele *O1*, *O2*, *O3* etc. Punctele rezultate *I*, *II*, *III* etc. determină spirala lui Arhimede.

Expresia analitică a spiralei lui Arhimede este dată de relația:

$$r = a\varphi, \tag{2.6}$$

în care: φ este unghiul de rotire al razei;

$a = \frac{v}{\omega} = const$, unde v este viteza periferică a punctului.

Scanned with OKEN Scanner

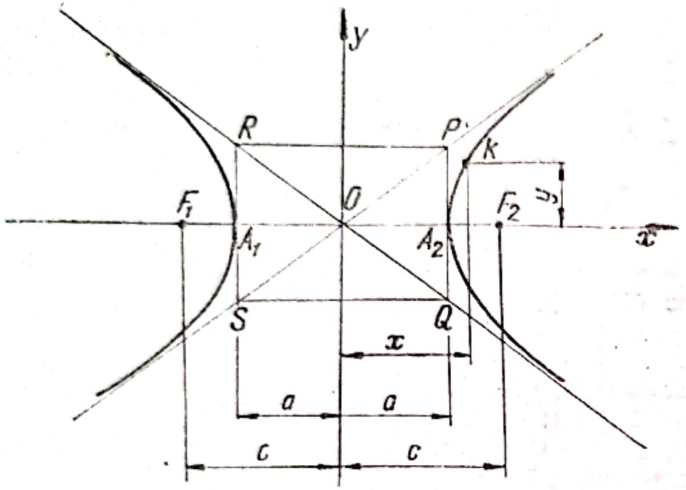


Fig. 2.60

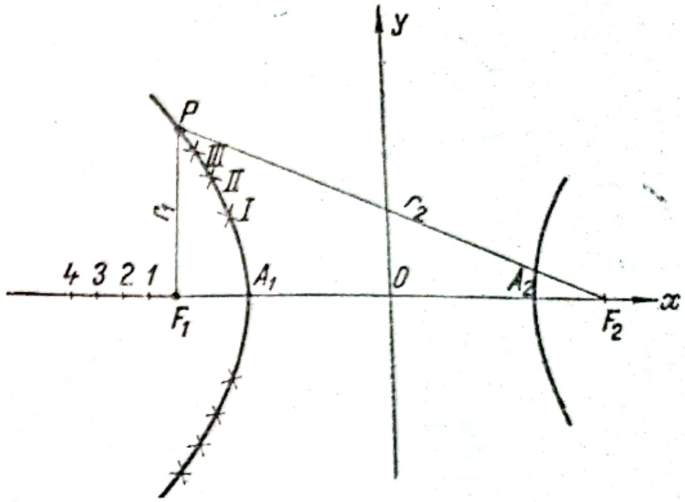


Fig. 2.61

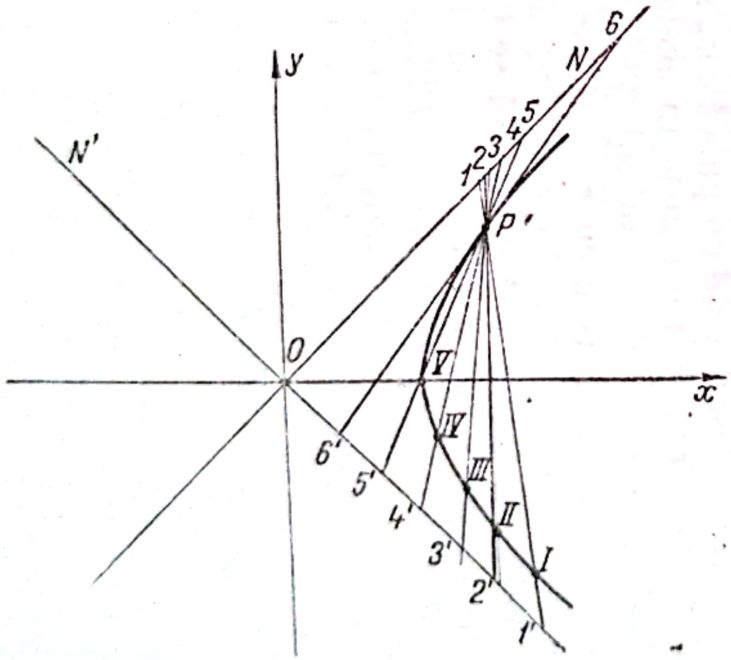


Fig. 2.62

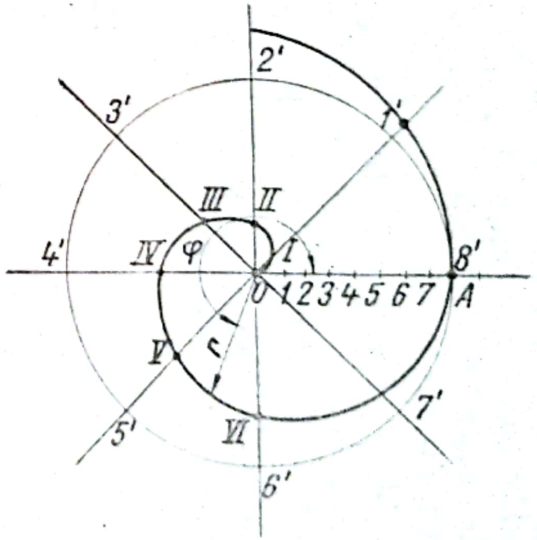


Fig. 2.63

Scanned with OKEN Scanner

Spirala hiperbolică. Se obține prin mișcarea unui punct pe o rază astfel încît distanța acestuia față de centrul de rotire este tot timpul invers proporțională cu unghiul de rotire φ al razelor, măsurat față de poziția inițială. Ecuația spiralei hiperbolice este $r\varphi = a$, unde a determină distanța asimptotei acestei spirale față de originea coordonatelor (fig. 2.64).

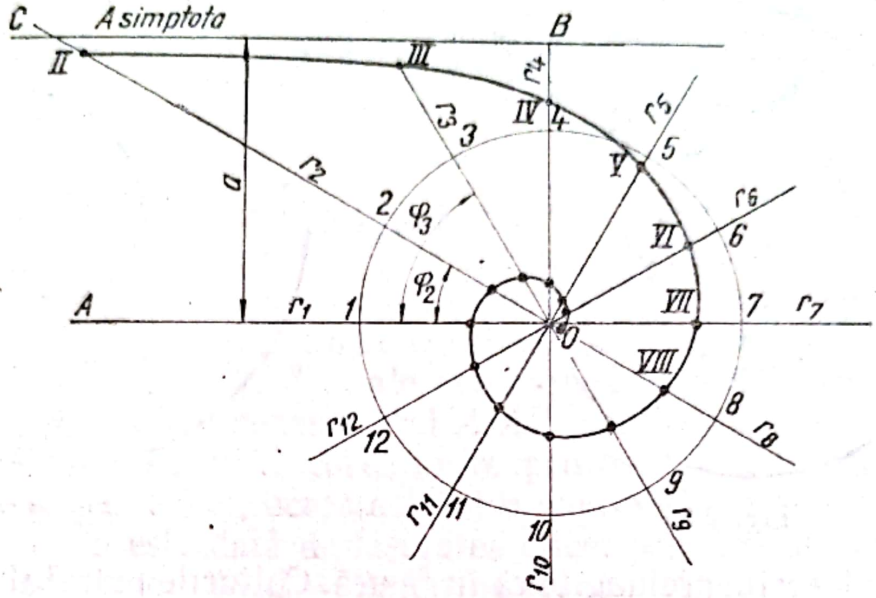


Fig. 2.64

Pentru construcția acestei hiperbole, din punctul O, ca centru, se trasează un cerc cu o rază oarecare, care se împarte la un număr de părți egale. Punctele obținute *1*, *2*, *3* etc. se unesc prin raze cu punctul O. Dacă, de exemplu cercul este împărțit în 12 părți, atunci: unghiul φ_1, corespunzător primei raze, este egal cu zero iar $r_1 = \infty$; $\hat{\varphi}_2 = \frac{\pi}{6}$ iar $r_2 = \frac{6a}{\pi}$; analog $r_3 = \frac{6a}{2\pi}$; $r_4 = \frac{6a}{3\pi}$; $r_5 = \frac{6a}{4\pi}$ etc.; în cazul general $r_n = \frac{6a}{(n-1)\pi}$. Segmentele obținute în acest fel se iau pe raza corespunzătoare; punctele rezultate *II*, *III*, *IV* etc. determină spirala hiperbolică. Cînd $\varphi \to 0$, curba asimptotică se apropie de dreapta BC, iar cînd $\varphi \to \infty$, curba asimptotică se apropie de polul O.

Spirala cu două centre (fig. 2.65). Spirala cu două centre se compune din semicercuri (fig. 2.65).

Cunoscînd pasul spiralei, pe dreapta x, se înseamnă pasul AB. Cu piciorul compasului în punctul O (la jumătatea pasului) și cu deschiderea compasului pînă în punctul A, se trasează semicercul AB. Se schimbă piciorul compasului în punctul A și cu raza AB se trasează semicercul

Scanned with OKEN Scanner

BC, în continuarea primului semicerc. Restul spirelor se trasează în continuarea primelor semicercuri, succesiv, în același fel, din centrele O și A.

Spirala cu patru centre. Spirala cu patru centre este compusă din sferturi de cerc (fig. 2.66). Pasul spiralei $1 — IV$ cunoscut, se împarte în patru părți egale; cu o pătrime din pas se construiește pătratul 1,

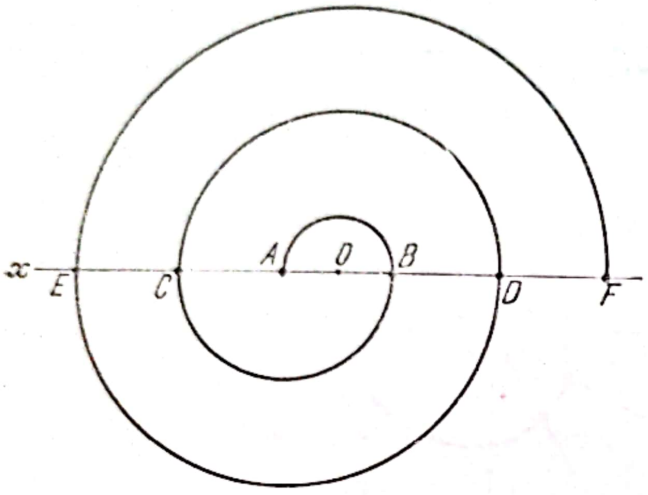


Fig. 2.65

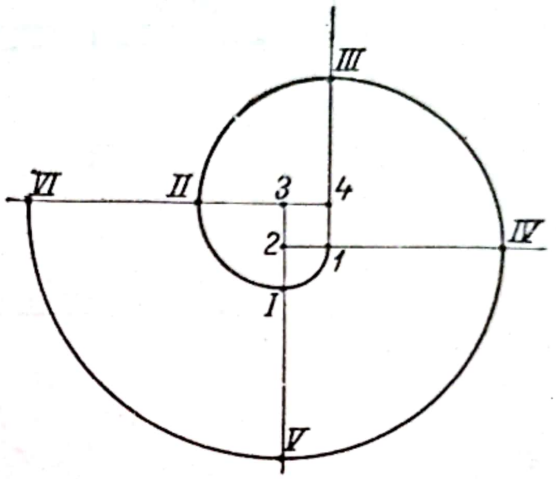


Fig. 2.66

2, 3, 4 cu laturile prelungite ca în figură. Colțurile pătratului 1, 2, 3, 4 sînt centrele arcelor de construcție a spiralei. Cu piciorul compasului în punctul 2 și cu o deschidere pînă la punctul 1 se descrie arcul de cerc $1 — I$. Se schimbă piciorul compasului în punctul 3 și se continuă curba de la punctul I la II. Se schimbă apoi piciorul compasului în punctele 4 și 1 etc. și, procedînd ca mai sus, se trasează arcele $II—III$ respectiv $III—IV$ etc., obținîndu-se construcția spiralei.

2.11. *Construcții de sinusoide*

Pentru construcția sinusoidei (fig. 2.67) se pornește de la cercul avînd diametrul AB. Cercul se împarte în $2n$ părți egale. Pe prelungirea AB se ia lungimea cercului care se împarte în același număr de părți egale. Prin punctele de împărțire a cercului se duc orizontale, iar prin punctele de împărțire a prelungirii AB se duc verticale. Punctele de intersecție a dreptelor care poartă aceleași numere sînt puncte ale sinusoidei.

2.12. *Construcții de elice*

Elicea cilindrică. Elicea cilindrică este curba trasată pe un cilindru care întîlnește generatoarele sub un unghi constant. Este determinată dacă se cunosc cilindrul pe care e trasată elicea, originea (punctul de plecare), unghiul α, sau pasul și sensul (fig. 2.68).

Scanned with OKEN Scanner

În cazul cînd elicea e trasată pe un cilindru circular drept, proiecția ei orizontală este cercul de bază al cilindrului cu raza R, iar proiecția verticală se determină astfel: se împarte cercul de bază și segmentul

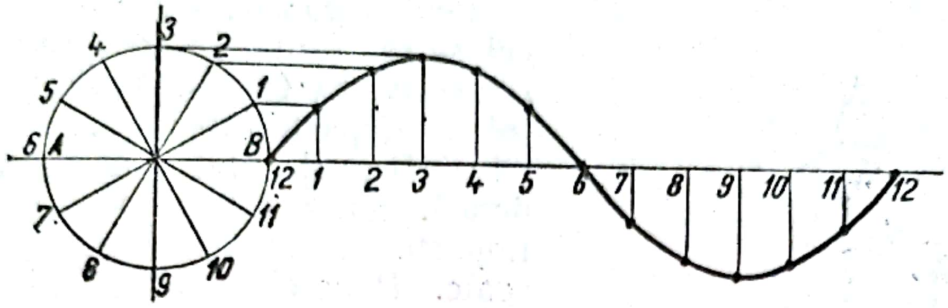


Fig. 2.67

$A'A''$ (fig. 2.68, *a*) care este pasul elicei egal cu p într-un același număr de părți egale (opt părți în cazul considerat). Ridicînd verticale din punctele de diviziune *1*, *2*, *3* ... ale cercului și trasînd orizontale din punctele de diviziune ale generatoarei $A'A''$, se obțin la intersecția lor punctele *1'*, *2'*, *3'*, *4'*, *B'* ... care, unite printr-o linie continuă, dau proiecția verticală a elicei, aceasta fiind o sinusoidă.

În fig. 2. 68, *b* este dată desfășurarea elicei prin desfășurarea cilindrului circular drept ($A_0'C = 2\pi R$). Dreapta $A_0'A_0''$ este desfășurata elicei cilindrice, deoarece întîlnește sub un unghi constant fasciculul de drepte paralele ce corespund generatoarelor pe desfășurata cilindrului. Din triunghiul $CA_0'A_0''$ rezultă că $p = 2\pi R \operatorname{tg}\alpha$.

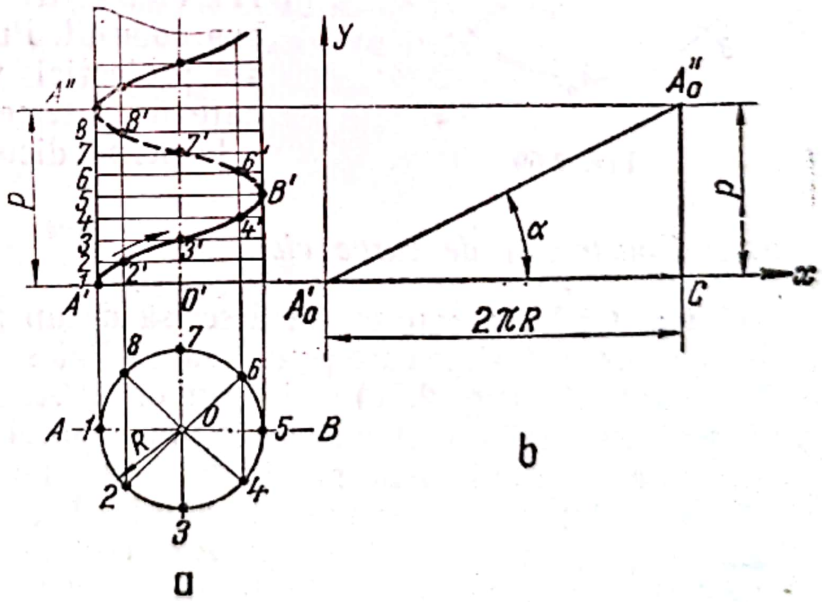


Fig. 2.68

Elicea conică. Sub această denumire se consideră trei curbe diferite care au cîte o proprietate comună cu cîte una din proprietățile caracteristice ale elicei cilindrice.

În fig. 2.69 sînt reprezentate proiecțiile orizontală și verticală ale unei elice conice obținută prin intersecția unui elicoid drept cu un con de revoluție coaxilă cu elicoidul. Elicoidul drept este generat de o

dreaptă antrenată într-o mișcare elicoidală, care alunecă în lungul axei conului, cu mărimi proporționale unghiului de rotație.

În planul HH, care cuprinde cercul de bază al conului, proiecția elicei conice este o spirală arhimedică.

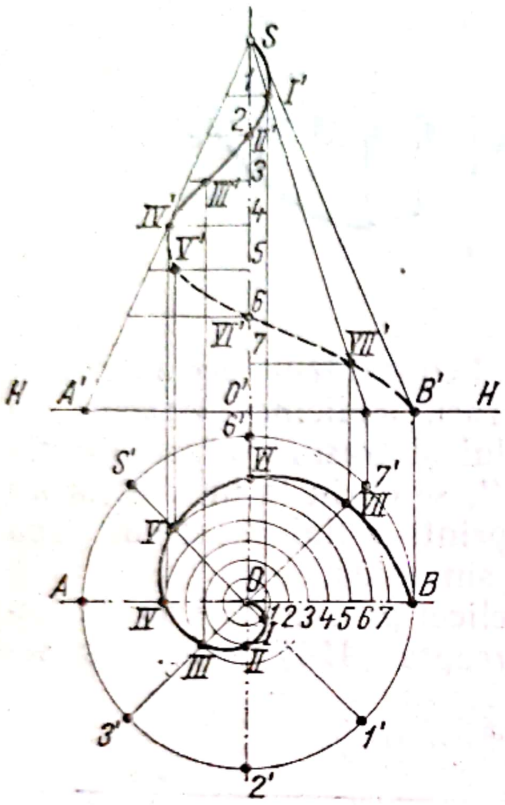


Fig. 2.69

Pentru construirea proiecțiilor elicei se reprezintă în două vederi conul respectiv. Cercul din proiecția orizontală se împarte într-un număr oarecare de părți egale (opt în exemplul considerat). Raza OB a acestui cerc se împarte în același număr de părți egale. Punctele I, II, III etc. ale spiralei arhimedice se găsesc la intersecția razelor $1'$, $2'$, $3'$ etc. cu cercurile 1, 2, 3 etc. duse prin diviziunile razei OB.

Înălțimea conului $O'S$, considerată în exemplul luat egală cu pasul elicei, se împarte în același număr de părți egale (opt). Prin punctele astfel determinate se duc perpendiculare pe axa conului. Din punctele elicei I, II, III etc. se trasează drepte paralele cu axa conului. Punctele I', II', III' etc. ale proiecției verticale sînt determinate de intersecția liniilor paralele cu cele perpendiculare cu același număr.

2.13. *Construcții de curbe ciclice*

Cicloida. Cicloida este curba descrisă de un punct al unui cerc care se rostogolește fără alunecare pe o dreaptă fixă situată în planul cercului.

Pe dreapta Ax (fig. 2.70) se ia segmentul AC, egal cu jumătatea lungimii cercului care se rostogolește. Semicercul ABD și segmentul AC se împarte în același număr de părți egale. Din punctele 1, 2, 3 etc. obținute în acest fel, se duc drepte paralele la Ax, iar din punctele $1'$, $2'$, $3'$ etc., drepte perpendiculare pe Ax. Din punctele $1''$, $2''$, $3''$ etc., intersecțiile corespunzătoare ale dreptelor cu același număr, se iau segmentele $1''I = 1I'$; $2''II = 2II'$; $3''III = 3III'$ etc. Punctele obținute determină cicloida.

Epicicloida. Epicicloida este curba plană descrisă de un punct al circumferinței unui cerc, care se rostogolește fără alunecare pe un cerc fix, cele două cercuri fiind tangente exterior.

Scanned with OKEN Scanner

Pe cercul de bază cunoscut (fig. 2.71) se ia arcul de cerc AB egal cu jumătatea lungimii cercului care se rostogolește. Arcul AB și semicercul AC al cercului care se rostogolește (cunoscut) se împart în același număr de părți egale. Din centrul O se duc raze prin punctele de diviziare $1'$, $2'$, $3'$ etc., iar prin punctele 1, 2, 3 etc. din același centru O se trasează arce de cerc. Din punctele $1''$, $2''$, $3''$ etc. — intersecțiile corespunzătoare ale acestor arcuri de cerc cu razele de același număr — se iau arcele de cerc $1''I = 1I'$; $2''II = 2II'$; $3''III = 3III'$ etc. Punctele rezultate I, II, III etc. sînt punctele epicicloidei.

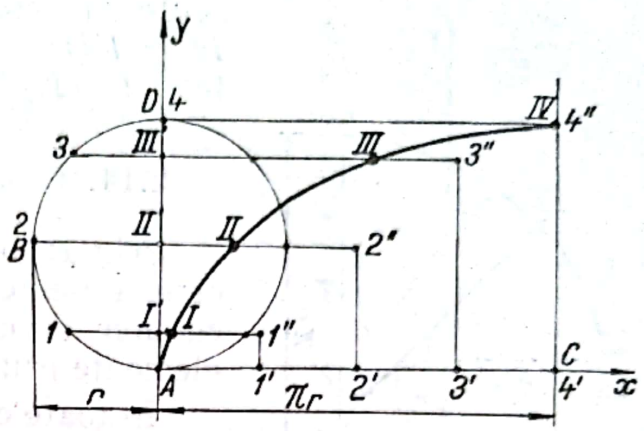


Fig. 2.70

Hipocicloida. Hipocicloida este curba plană descrisă de un punct al circumferinței unui cerc care se rostogolește în planul lui, fără alunecare, de-a lungul circumferinței unui cerc fix, rămînînd în interiorul acestui cerc. Se construiește (fig. 2.72) analog cu construcția epicicloidei.

Evolventa. Evolventa este curba descrisă de un punct al unei drepte care se rostogolește fără alunecare pe un cerc fix.

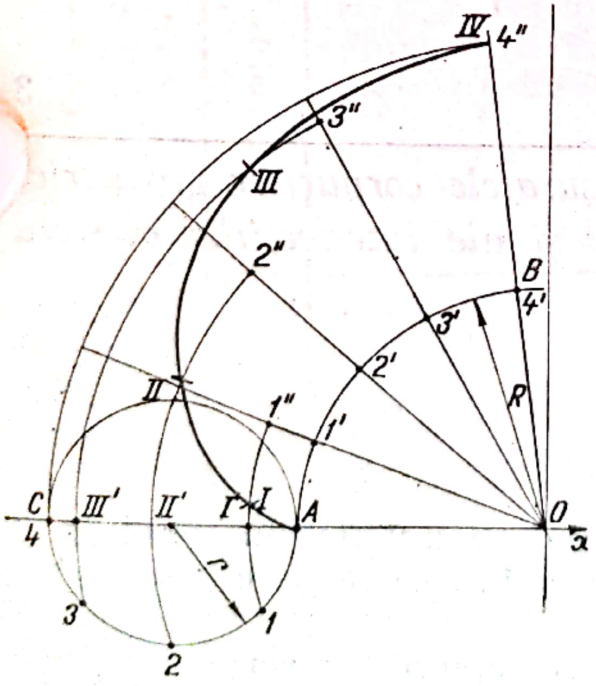


Fig. 2.71

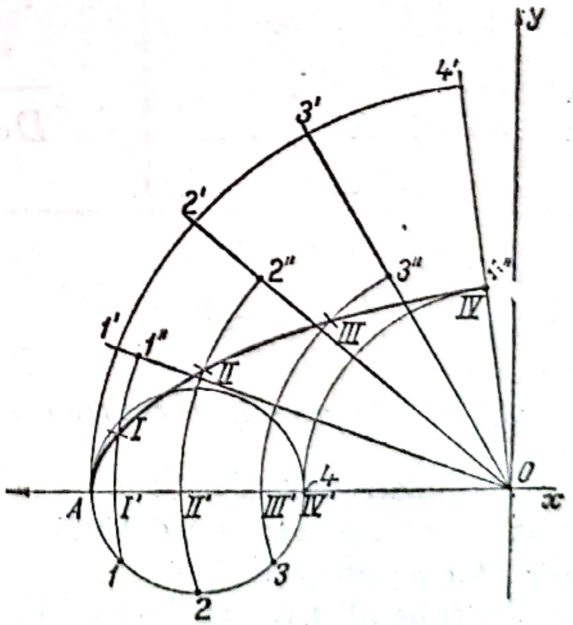


Fig. 2.72

Pe dreapta BC (fig. 2.73) se ia segmentul BD egal cu lungimea semicercului alunecător AB. Segmentul BD și semicercul AB se împart în același număr de părți egale. Prin punctele *1*, *2*, *3* etc. se duc tangente la cerc; pe acestea se iau segmentele $1I = 1'D$; $2II = 2'D$; $3III = 3'D$ etc. Punctele *I*, *II*, *III* etc. sînt punctele evolventei.

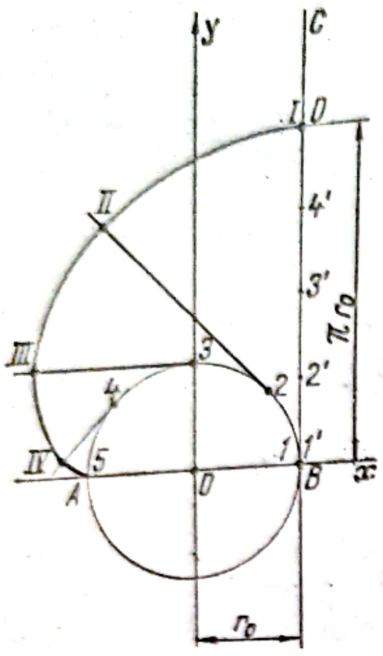


Fig. 2.73

2.14. *Construcții de racordări*

Prin racordarea a două drepte cu arce de cerc, a unui cerc cu o dreaptă sau a două cercuri cu arce de cerc etc. se înțelege unirea acestor elemente printr-o linie curbă continuă.

În toate cazurile dreptele trebuie să fie tangente la curbe în punctele de contact, iar curbele succesive să aibă aceleași tangente în aceste puncte.

În tabelul 2.7 sînt date construcțiile racordărilor mai frecvente întîlnite la operațiile de trasaj.

3

Desfășuratele corpurilor geometrice și ale intersecțiilor acestora

3.1. *Desfășuratele corpurilor geometrice*

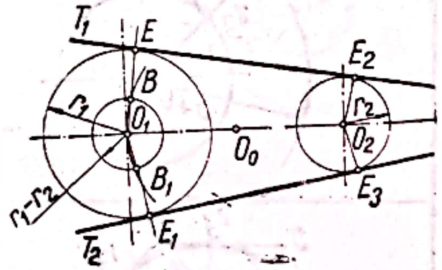
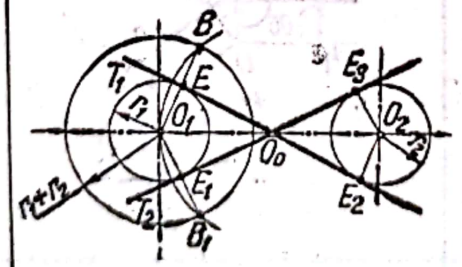
În construcția de mașini se întîlnesc cazuri cînd în operațiile de trasaj sînt necesare cunoștințe temeinice în ceea ce privește desfășurarea corpurilor geometrice.

În tabelul 3.1 sînt date desfășuratele corpurilor geometrice; într-un mod concis sînt prezentate datele de bază, succesiunea operațiilor în

Scanned with OKEN Scanner

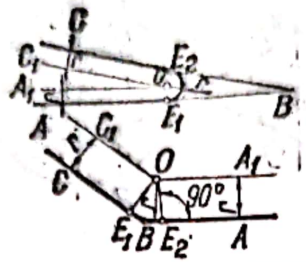
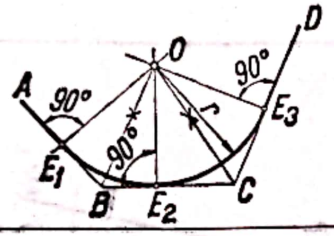
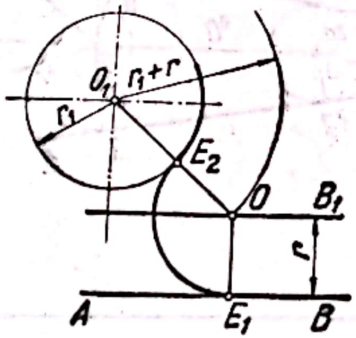
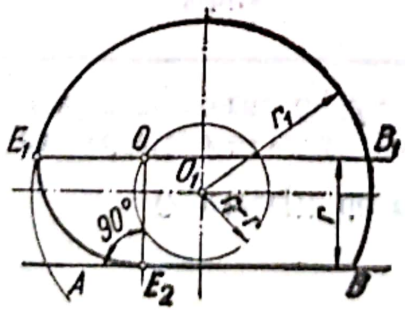
Construcții de racordări

S-au utilizat notațiile: O — centrul racordării; r — raza de racordare; O_1, O_2, r_1, r_2 — centrul și razele cercurilor date sau arcelor acestora; E, E_1, E_2, E_3 — punctele racordării

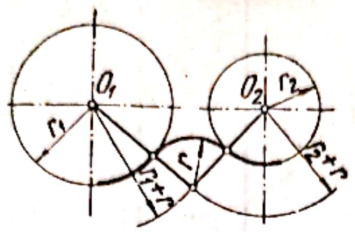
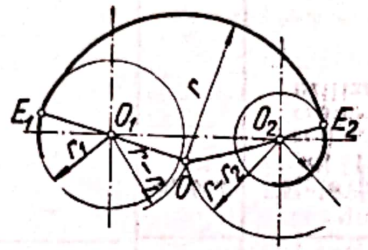
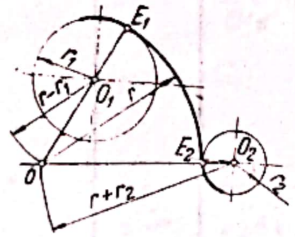
Denumirea	Schița	Elementele cunoscute	Succesiunea operațiilor
Construirea tangentelor comune exterioare la două cercuri date		O_1; O_2, r_1; r_2	$O_0O_1 = O_0O_2 = \frac{O_1O_2}{2}$; O_0 — centrul arcului cu diametrul O_1O_2; B, B_1 — punctele de intersecție ale arcului cu raza O_0O_1 cu cercul de rază $r_1 - r_2$; E, E_3 — punctele de întîlnire ale lui O_1B și O_1B_1 cu cercul de rază r_1; $O_2E_2 \parallel O_1E$; $O_2E_3 \parallel O_1E_1$; T_1, T_2 — tangentele căutate
Construirea tangentelor comune interioare la două cercuri date		O_1; O_2 r_1; r_2	$O_0O_1 = O_0O_2 = \frac{O_1O_2}{2}$; O_0 — centrul arcului cu diametrul O_1O_2; B, B_1 — punctele de întîlnire ale arcului cu diametrul O_1O_2 cu cercul de rază $r_1 + r_2$; E, E_1 — punctele de întîlnire ale lui O_1B și O_1B_1 cu cercul de rază r_1; $O_2E_2 \parallel O_1E$; $O_2E_3 \parallel O_1E_1$; T_1T_2 — tangentele căutate

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.7 (continuare)

Denumirea	Schiţa	Elemente cunoscute	Succesiunea operaţiilor
Racordarea a două drepte sub diferite unghiuri printr-un arc de cerc		$\sphericalangle ABC; r$	OA_1 şi OC_1 — drepte paralele la AB şi BC, la distanţa r
Racordarea liniilor frînte prin arce de cerc		Linia frîntă $ABCD$	OB, OC — bisectoarele unghiurilor ABC şi BCD; $OE_1 \perp AB$; $OE_2 \perp BC$; $OE_3 \perp CD$; $r = OE_1 = OE_2 = OE_3$
Racordarea exterioară a unei drepte cu un cerc printr-un arc de cerc		$O_1; r_1$ $AB; r$	OB_1 — dreaptă paralelă la AB trasată la distanţa r; O — punctul de intersecţie al arcului de cerc de rază $r_1 + r$ cu OB_1 este centrul de racordare
Racordarea interioară a unei drepte cu un cerc printr-un arc de cerc		$O_1; r_1$ $AB; r$	OB_1 — dreaptă paralelă la AB la distanţa r; O_1 — cercul de rază $r_1 - r$; O — punctul de intersecţie al arcului de cerc de rază $r_1 - r$ cu OB_1 este centrul de racordare

Scanned with OKEN Scanner

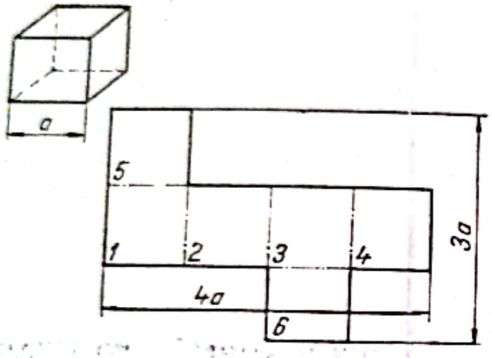
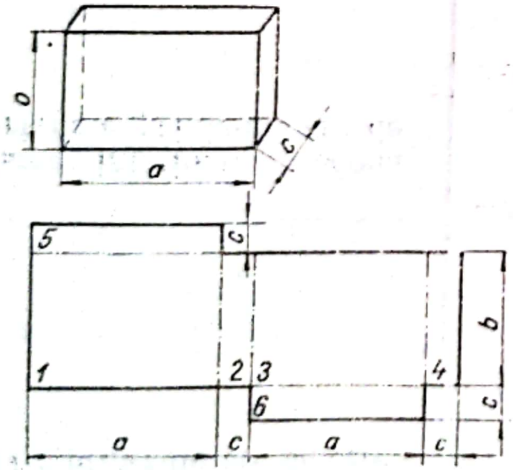
Racordarea exterioară a două cercuri date printr-un arc de cerc		O_1; O_2; r r_1; r_2	O — punctul de intersecție al arcelor de cerc de raze $r + r_1$ și $r + r_2$ este centrul de racordare
Racordarea interioară a două cercuri date printr-un arc de cerc		O_1; O_2; r r_1; r_2	O — punctul de intersecție al arcelor de cerc de raze $r - r_1$ și $r - r_2$ este centrul de racordare
Racordarea interioară-exterioară a două cercuri date printr-un arc de cerc		O_1; O_2; r r_1; r_2	O — punctul de intersecție al arcelor de cerc de raze $r - r_1$ și $r + r_2$ este centrul de racordare

Scanned with OKEN Scanner

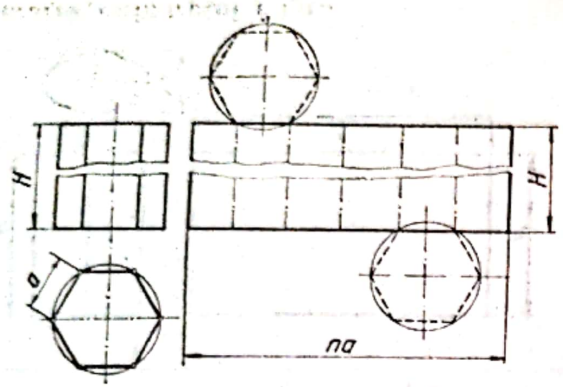
Desfăşuratele corpurilor geometrice

Tabelul 3.1

S-au utilizat notaţiile: a, b, c... — laturile corpului geometric; n — numărul de laturi ale bazei corpului geometric; H — înălţimea; L — lungimea muchiei; D — diametrul cilindrului; Lc — lungimea cilindrului; p — perimetrul bazei.

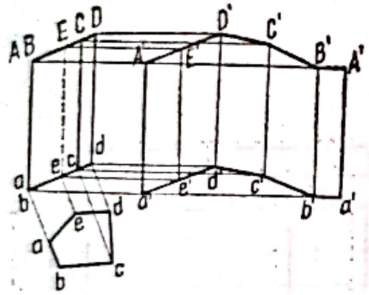
SCHIŢA	Elementele cunoscute	Succesiunea operaţiilor şi alte indicaţii	Relaţii analitice pentru determinarea elementelor desfăşuratei
 Desfăşurarea cubului	a	$p = 4\,a$. Feţele *5* şi *6* sînt opuse şi se pot anexa la oricare din feţele laterale, sau se pot executa separat	
 Desfăşurarea paralelipipedului	a, b, c	Feţele paralelipipedului ca şi ale cubului pot fi dispuse diferit în desfăşuratele respective, în funcţie de posibilităţile de croire economică a materialului şi de utilizare a uneia sau a celeilalte feţe a lui	

Scanned with OKEN Scanner



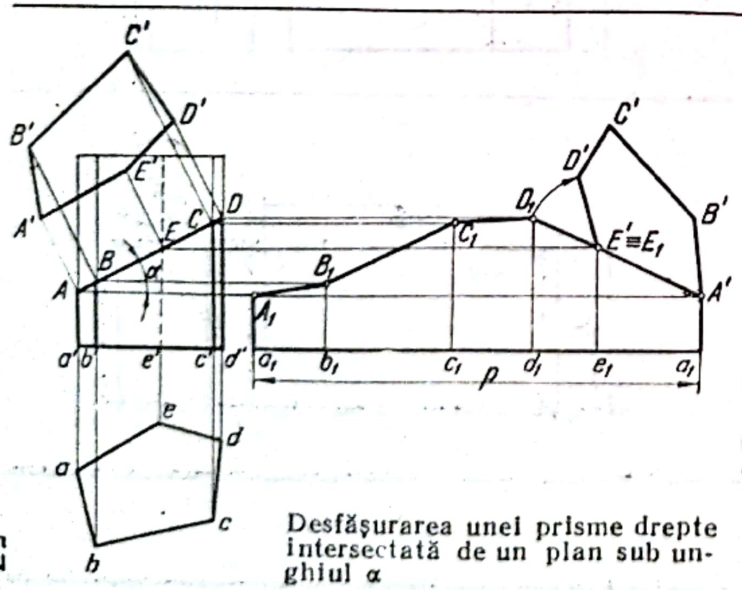
Desfășurarea prismei drepte

$n = 6$ H, a	$p = n\,a$ Bazele prismei se pot anexa la oricare din fețele laterale sau se pot executa separat



Desfășurarea prismei oblice

$n = 5$	Pe laturile oblice ale prismei: Aa, Bb, Cc, Dd și Ee, în punctele extreme se duc perpendicularele: AA', BB' etc. și aa', bb', etc. $A'a' \parallel Aa; a'e' = ae$ $E'e' \parallel Ee; e'd' = ed$ $D'd' \parallel Dd$ etc.

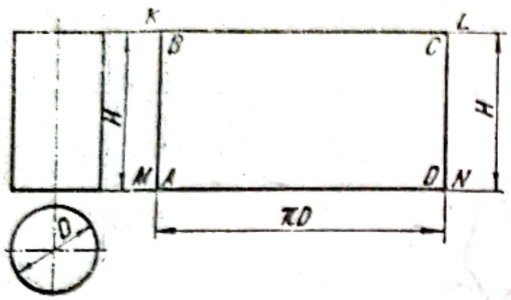
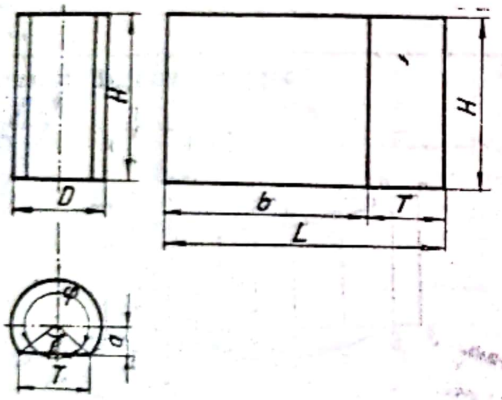
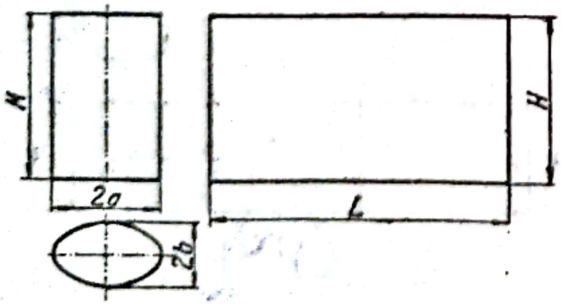


Desfășurarea unei prisme drepte intersectată de un plan sub unghiul α

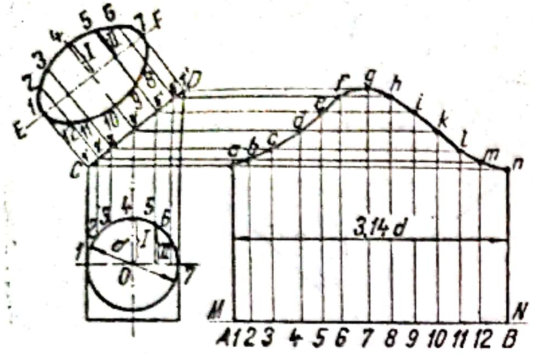
$n = 5$ ω, p	$a_1A_1 = a'A$; $b_1B_1 = b'B$; $d_1D_1 = d'D$...; $a_1b_1 = ab$; $b_1c_1 = bc$ etc. Baza superioară a prismei se poate anexa la oricare din muchiile de sus ale desfășuratei. $AA' \perp AD$; $BB' \perp AD$, A . . $_1B_1$; $B'C' = B_1C_1$ etc.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 3.1 (continuare)

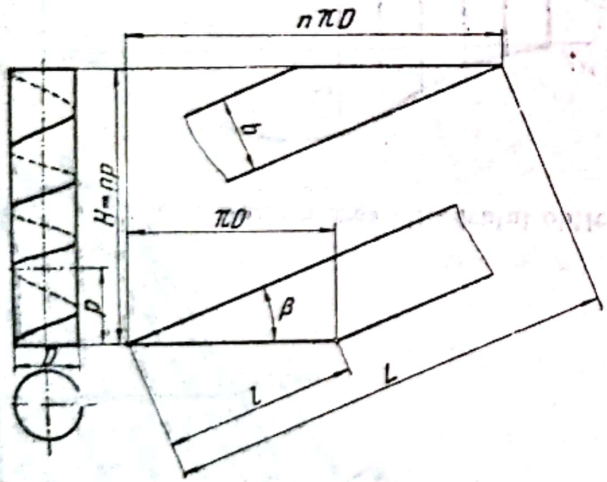
SCHIȚA	Elementele cunoscute	Succesiunea operațiilor și alte indicații	Relații analitice pentru determinarea elementelor desfășuratei
	D, H	$MN \parallel KL$ la distanța H $AD = BC = \pi D$	
 Desfășurarea cilindrului drept	D; H, β		$L = b + T$; $b = \frac{\pi D \beta^\circ}{360^\circ}$; $T = 2\sqrt{\frac{D^2}{4} - a^2} = 2a \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}$
 Desfășurarea cilindrului eliptic	H, a, b,	$L = al$, în care a este semiaxa mare a elipsei, iar l — lungimea unei elipse cu $a = 1$ în funcție de raportul $\frac{b}{a}$ (v. tabelul 2.6)	

Scanned with OKEN Scanner



Desfășurarea cilindrului intersectat de un plan sub unghiul α

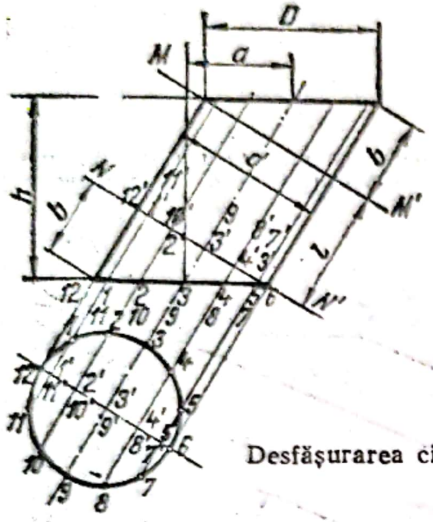
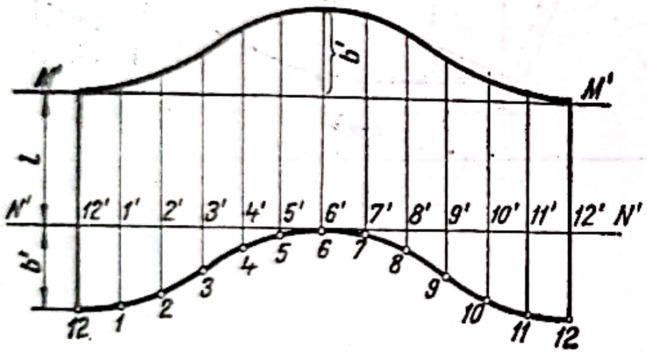
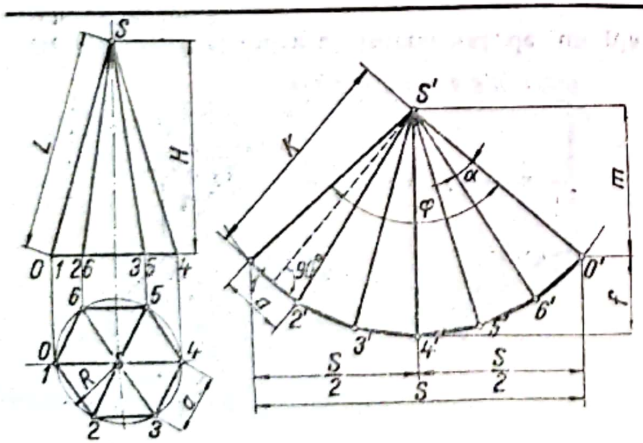
D, α	Pe MN se măsoară segmentul $AB = \pi d$. Circumferința bazei se împarte în n părți egale. Prin punctele de divizare 1, 2, 3,... se ridică verticale care intersectează orizontalele duse în punctele $1'$; $2'$ etc. în punctele a, b, c, d, etc. Punctele obținute se unesc printr-o curbă continuă. Baza superioară a cilindrului este o elipsă având semiaxele: $a = \frac{d}{2\cos\alpha}$ și $b = \frac{d}{2}$	$X_k = Kx_1 = \frac{\pi D}{2} \cdot \frac{K_\varepsilon}{180^\circ}$; $Y_k = \frac{D}{2} \operatorname{tg}\alpha \sin K_\varepsilon =$ $= A \sin K_\varepsilon = A \sin \varphi_i$, în care: $x_1 = \frac{\pi D}{2} = \frac{\pi D}{2} \cdot \frac{\varepsilon}{180^\circ}$ este lungimea arcului de cerc (baza cilindrului), împărțită în $2n$ părți egale; $\varepsilon = \frac{360^\circ}{2n}$ — unghiul la centru, corespunzător unei diviziuni; n — nr. de diviziuni; $A = \frac{H-h}{2} = \frac{D}{2}$ amplitudinea sinusoidei; $\varphi_i = K_\varepsilon$ — unghiul la centru pentru K diviziuni



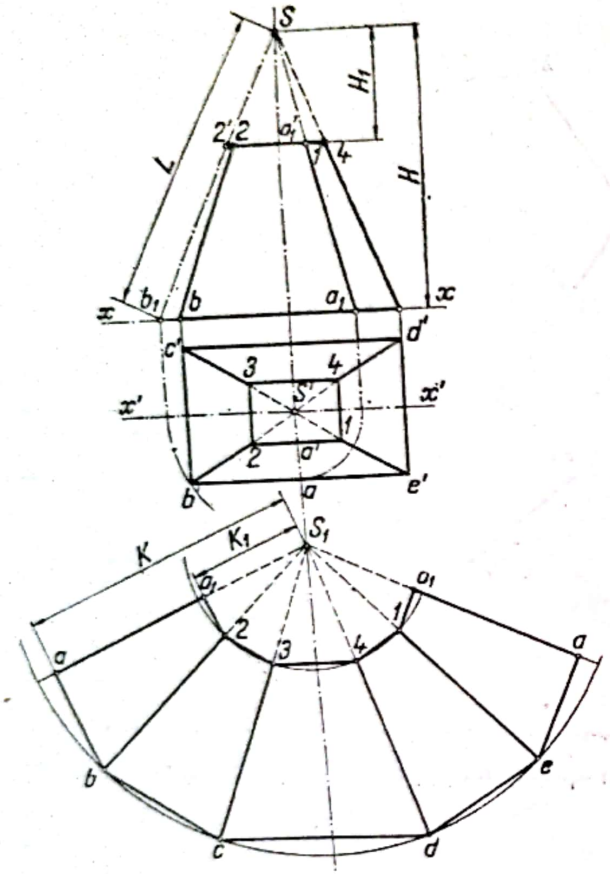
Desfășurarea unui cilindru circular drept obținut din înfășurarea unei benzi

D, p, n	D este diametrul cilindrului; p — pasul elicei; n — numărul spirelor complete pe lungimea H; $H = np$ — lungimea totală a cilindrului b — lățimea benzii; L — lungimea totală a benzii; l — lungimea teșiturii; Construcția desfășuratei rezultă din schiță	$p = \frac{\pi D b}{\sqrt{(\pi D)^2 - b^2}} = \pi D \operatorname{tg}\beta = \frac{b}{\cos\beta}$; $b = \frac{\pi D p}{\sqrt{(\pi D)^2 + p^2}} = \pi D \sin\beta = p\cos\beta$; $L = \frac{H + b\cos\beta}{\sin\beta} = b\left(\frac{H}{\pi D} + \frac{\pi D}{p}\right) = \pi D \frac{n\left(\frac{p}{\pi D}\right)^2 + 1}{\sqrt{\left(\frac{p}{\pi D}\right)^2 + 1}} = \frac{H}{\frac{\pi D}{b}} + b\sqrt{\left(\frac{\pi D}{b}\right)^2 - 1} =$ $= \sqrt{H^2 + (n\pi D)^2 - b^2}$; $l = \frac{b}{\operatorname{tg}\beta} = \pi D\cos\beta =$ $= \sqrt{(\pi D)^2 - b^2}$

Scanned with OKEN Scanner

SCHIȚA	Elementele cunoscute	Succesiunea operațiilor și alte indicații	Relații analitice pentru determinarea elementelor desfășuratei
 Desfășurarea cilindrului oblic 	D, d, h	MM' și NN' — plane perpendiculare pe axa cilindrului; d — diametrul cilindrului drept dintre planele MM' și NN' de lungimea l; $N'N'$ — dreapta pe care s-a desfășurat lungimea cercului de diametrul d; $M'M' \parallel N'N'$ la distanța l; $b' = b$	Muchia laterală $L = \sqrt{H^2 + R^2}$ Apotema $K = \sqrt{L^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} =$ $= \sqrt{H^2 + R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}$ Unghiul la vîrf al unei fețe laterale $\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2K} =$ $= \frac{a}{2\sqrt{H^2 + R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}}$ Unghiul la vîrf al desfășuratei $\varphi = n\alpha$ Mărimile s, m și f $s = 2L \sin\frac{\varphi}{2} =$ $= 2\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sqrt{H^2 + R^2};$ $m = L\cos\frac{\varphi}{2} =$ $= \left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sqrt{H^2 + R^2}.$ Cînd n = număr par: $f = L - m = \left(1 - \cos\frac{\varphi}{2}\right)L =$ $= \left(1 - \cos\frac{\varphi}{2}\right)\sqrt{H^2 + R^2}$ Cînd n = număr impar: $f = K - m = K - L\cos\frac{\varphi}{2} =$ $= \sqrt{H^2 + R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} -$ $- \cos\frac{\varphi}{2}\sqrt{H^2 + R^2}$
 Desfășurarea piramidei drepte	$n = 6$ $H, L,$ a, R	$S'0' = S'6' = S'5'$ etc.; $1'2' = 12$; $2'3' = 23$ etc. În continuare, din figură rezultă modul de construcție	

Scanned with OKEN Scanner



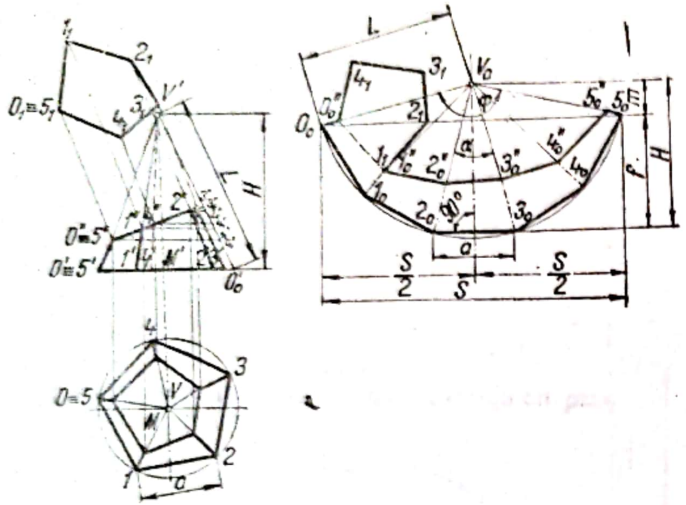
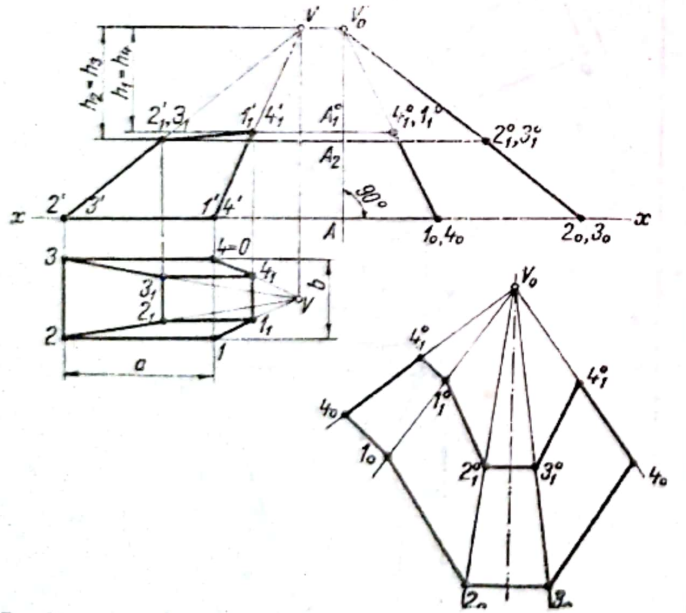
Desfăşurarea trunchiului de piramidă cu baze paralele.

H, *L*, *n* = 4

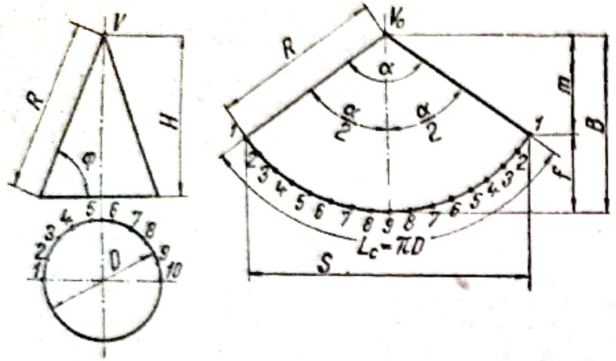
Pentru a afla valoarea adevărată a distanţei Sb_1, va trebui ca distanţa $S'b'$ să se rotească pînă taie axa $x'x'$, Acest punct de intersecţie se ridică printr-o perpendiculară pînă taie axa xx în punctul b_1. Distanţa $Sb_1 = L$ este raza cu care se descrie un arc de cerc din punctul S_1. Din acelaşi punct cu raza $S2'$ se descrie un alt arc de cerc. Pe aceste arcuri de cerc se aşază lungimile laturilor poligoanelor respective, unindu-se apoi extremităţile între ele

Aceleaşi ca la desfăşurarea piramidei drepte

Scanned with OKEN Scanner

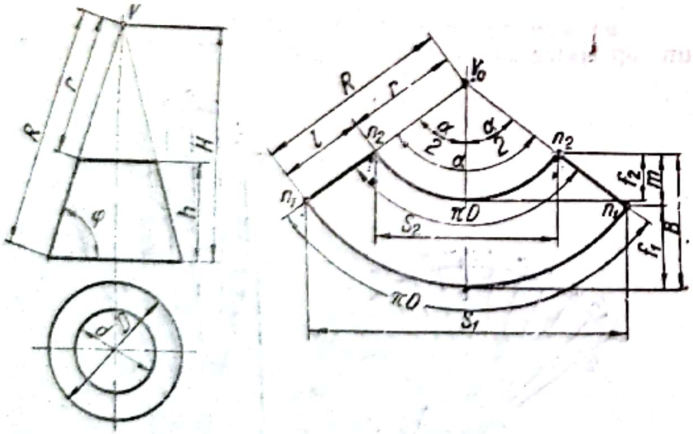
SCHIȚA	Elementele cunoscute	Succesiunea operațiilor și alte indicații	Relații analitice pentru determinarea elementelor desfășuratei
 Desfășurarea unui trunchi de piramidă cu bazele neparalele	H, a $n = 5$	$M'O'_0 = MO$ Se unește O'_0 cu V' $O'_0 V' = L$ — lungimea căutată a muchiei piramidei Din V_0 arbitrar, se trasează arcul de cerc de raza $R = L$ Din O_0 arbitrar ales pe arcul descris se iau succesiv cele 5 laturi ale bazei „a". Punctele obținute O_0; 1_0; 5_0 se unesc succesiv între ele și cu vîrful V_0. Din vîrful V_0 se iau segmentele $V_0O''_0 = V'O''_0$; $V_01''_0 = V'1''_0$ etc. iar punctele obținute se unesc între ele	Aceleași ca la desfășurarea piramidei drepte
 Desfășurarea trunchiului de piramidă înclinat cu bazele neparalele	Baza mare are $n = 4$; baza mică are $n = 4$; a, b	V' este punctul de intersecție al dreptelor $2'\,2'_1$ și $1'\,1'_1$; A — punct arbitrar Pe orizontala xx se iau, plecînd din A: $VO = V1 = A1_0\,4_0$; $V3 = V2 = A2_0,\,3_0$: $V'_0\,1_0$, 4_0 și $V'_0\,2_0$, 3_0 — lungimile reale ale muchiilor Din A_1 și A_2 se duc drepte orizontale ce intersectează $V'_0\,1_0$ și $V'_0\,2_0$ în punctele 1^0_1, 4^0_1 și respectiv 2^0_1, 3^0_1; V_0 — punct ales arbitrar Din V_0 se descriu arce de cerc cu raze: $V'_0\,1_0$, 4_0; $V'_0\,2_0$, 3_0; $V'_0\,1^0_1$, 4^0_1 și $V'\,2^0_1$, 3^0_1 Se duc $2_03_0 = 23$; $1_02_0 = 12$; $1_04_0 = 14$. Se unesc $4_01_02_03_0$ cu V_0, iar intersecția lor cu arcele trasate din V_0 determină colțurile desfășuratei	

Scanned with OKEN Scanner



Desfășurarea conului circular drept

D, H	V_0 punct arbitrar; $V_0 1 = R$; În rest construcția este evidentă	$\cos\varphi = \frac{D}{2R}$; $\operatorname{tg}\varphi = \frac{2H}{D}$; $R = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + H^2} = \frac{D}{2}\frac{1}{\cos\varphi}$; $\frac{\alpha}{2} = 180^\circ \cos\varphi = 180^\circ \frac{D}{2R}$; $S = 2R \sin\frac{\alpha}{2}$; $f = R\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$; $m = R\cos\frac{\alpha}{2}$; $B = R = f + m$ Pentru determinarea lui Lc și a mărimilor s și f se folosește tabelul 2.2

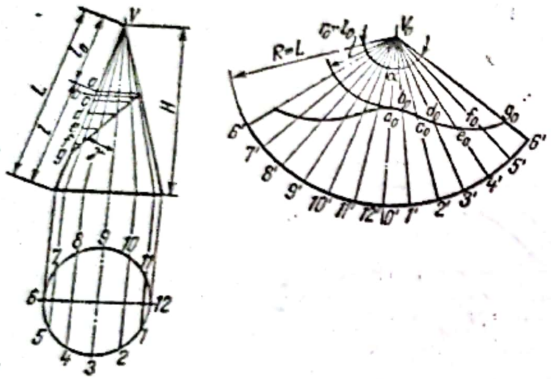
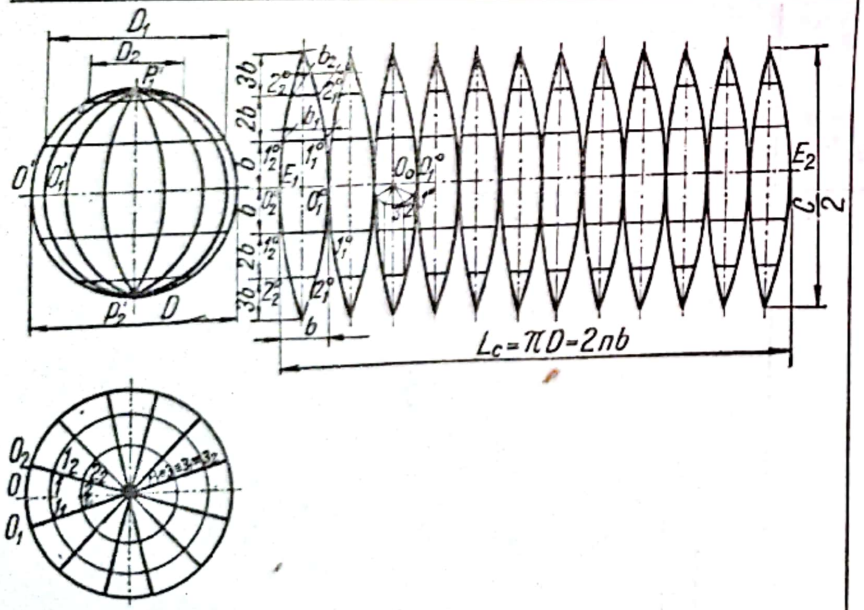


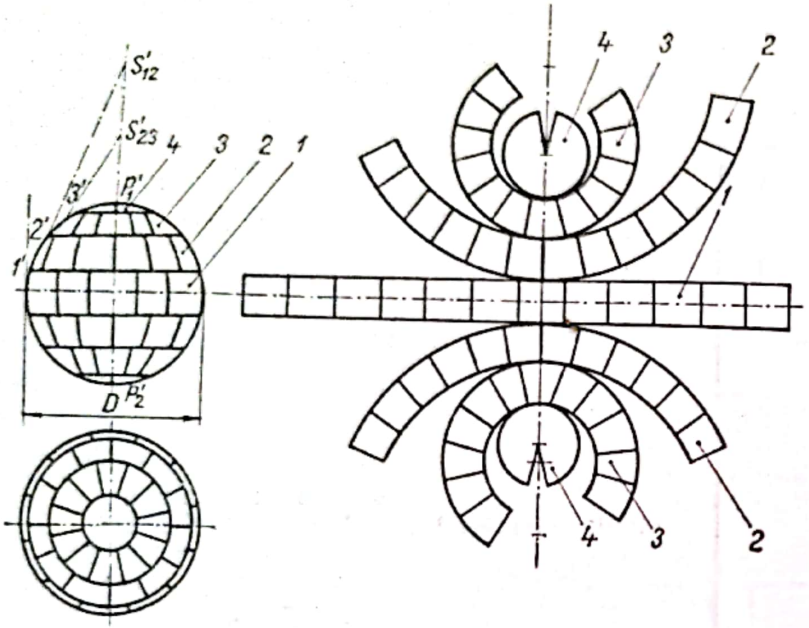
Desfășurarea trunchiului de con drept

d, D, H	V_0—punct arbitrar; $V_0 n_1 = R$ etc.; Construcția este evidentă din schiță (v. și fig. 8.5)	$\cos\varphi = \frac{D}{2R} = \frac{d}{2r}$; $\operatorname{tg}\varphi = \frac{2h}{D-d}$; $R = \frac{D}{2}\frac{1}{\cos\varphi}$; $r = \frac{d}{2}\frac{1}{\cos\varphi}$; $\frac{\alpha}{2} = 180^\circ \cos\varphi = 180^\circ \frac{D}{2R} = 180^\circ \frac{d}{2r}$ $S_1 = 2R \sin\frac{\alpha}{2}$; $S_2 = 2r \sin\frac{\alpha}{2}$; $\frac{S_1}{S_2} = \frac{R}{r} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{D}{d}$; $f_1 = R\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$; $f_2 = r\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$; $m = (R - r)\cos\frac{\alpha}{2}$; $h = (R - r)\sin\varphi = \frac{1}{2}(D - d)\operatorname{tg}\varphi$; $l = R - r$; $B = R - r\cos\frac{\alpha}{2}$

Scanned with OKEN Scanner

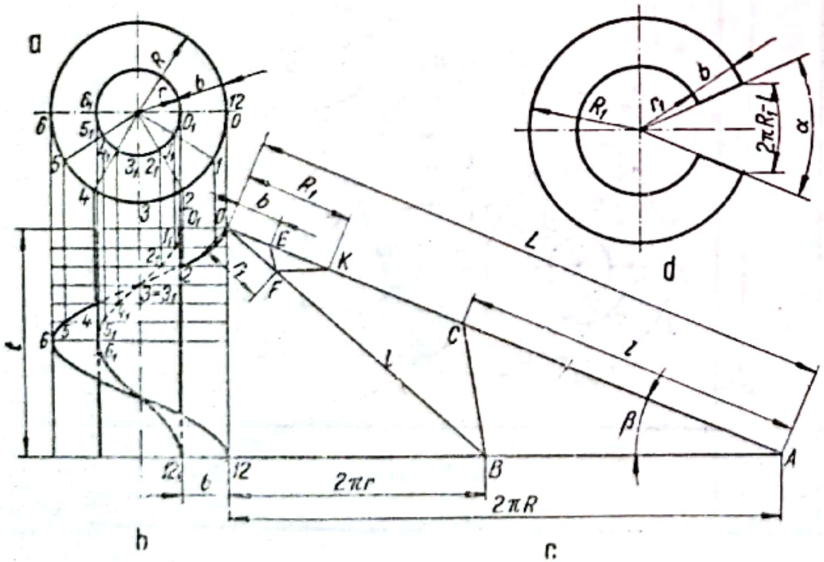
Tabelul 3.1 (continuare)

SCHIȚA	Elementele cunoscute	Succesiunea operațiilor și alte indicații	Relații analitice pentru determinarea elementelor desfășuratei
 Desfășurarea conului circular drept intersectat de un plan înclinat cu unghiul γ față de axa sa	H, L, γ	Din V_0 — punct arbitrar se trasează arcul de cerc cu raza $R = L$ Se trasează al doilea arc de cerc cu $r_0 = l_0$ a, b, c etc. sînt punctele de intersecție ale conului cu dreptele orizontale duse din planul înclinat Se construiește desfășurata conului așa cum se arată în prezentul tabel. $V_0a_0 = Va$; $V_0b_0 = Vb$ etc. Punctele astfel obținute a_0 b_0 c_0 etc. se unesc printr-o curbă continuă	
 Desfășurarea sferei: — prin secțiuni meridiane	D	n — numărul ales de plane meridiane; E_1 $E_2 = \pi D$ și se împarte în $2n$ părți egale. Prin mijlocul acestor diviziuni obținute se duc drepte perpendiculare pe care se iau segmentele $P_1P_2 = \frac{\pi D}{2}$	$b = 0_10_2 = \frac{\pi D}{2n}$; $b_1 = 1_11_2 = \frac{\pi D_1}{2n}$; $b_2 = 2_12_2 = \frac{\pi D_2}{2n}$



— prin descompunere în mai multe conuri și un cilindru

1, *2*, *3* — zone ale sferei; *4* — segment de sferă
1 — zona ecuatorială; se poate desfășura ca un cilindru circular drept
Segmentele *4* se desfășoară la fel cu conul circular drept
2 și *3* — zone intermediare, se desfășoară ca un trunchi de con



Desfășurarea suprafeței elicoidale drepte

r, R
t, b

Pentru a determina grafic razele desfășuratei r_1 și R_1 se construiește triunghiul dreptunghic $OA12$ în care:
$O12 = t$, $A12 = 2\pi R$; $AO = L$;
$OB = l$; $12B = 2\pi r$
$AC = l$; $OE = b$; $EF \parallel BC$
$OF = r_1$; FK-dreaptă orizontală.
$OK = R_1$
Pe cercul cu raza R_1 se ia arcul $2\pi R_1 - L$ care corespunde unghiului α

$l = \sqrt{(2\pi r)^2 + t^2} = \pi r \frac{360}{180^\circ}$ este lungimea elicei pe cilindrul interior;

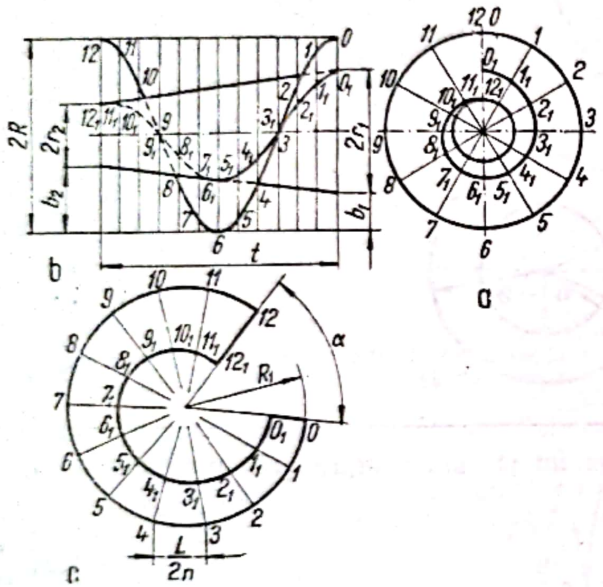
$L = \sqrt{(2\pi R)^2 + t^2} = \pi R_1 \frac{360^\circ}{180^\circ}$ este lungimea elicei pe cilindrul exterior;

$r_1 = b \frac{l}{L - l}$ este raza mică a desfășuratei;

$R_1 = r_1 + b$ este raza mare a desfășuratei;

$$\alpha = 360^\circ \left(1 - \frac{L}{2\pi R_1}\right)$$

Tabelul 3.1 (continuare)

SCHIȚA	Elementele cunoscute	Succesiunea operațiilor și alte indicații	Relații analitice pentru determinarea elementelor desfășuratei
 Desfășurarea suprafeței elicoidale drepte înfășurate pe un con	r, R, p, b	a și b — cele două proiecții ale suprafeței elicoidale În proiecția a este redată spirala lui Arhimede rezultată din proiecția elicei de pe suprafața cilindrică Arcul de cerc cu raza R_1 se împarte în $2n$ părți egale; punctele se unesc cu centrul Din proiecția a se iau: 00_1, 11_1, 22_1 etc. și se transpun pe razele corespunzătoare din desfășurata c, obținîndu-se în acest mod, prin unirea punctelor O_1, 1_1, 2_1, 3_1 etc. un arc din spirala lui Arhimede	Aceleași relații analitice ca la desfășurarea suprafeței elicoidale drepte

construcția desfășuratelor și unele relații analitice pentru determinarea elementelor acestora.

La desfășurarea corpurilor geometrice nu se ține seama de adaosurile de prelucrare în cazul diferitelor piese și nici de contracția sau dilatarea materialului.

De asemenea, toate desfășuratele se execută pornind de la considerentul că diametrul corpurilor de rotație este raportat la axa neutră a corpului și că diametrul de trasare este diametrul fibrei medii.

3.2. *Intersecția dintre doi cilindri cu diametre diferite și axe perpendiculare*

Pentru construirea desfășuratelor acestor cilindri este necesar ca în prealabil să se determine linia de intersecție a acestora (fig. 3.1, *a*), în care scop baza cilindrului mic se împarte în 2 *n* părți egale (douăsprezece părți în cazul considerat). Din punctele de împărțire (fig. 3.1, *b*)

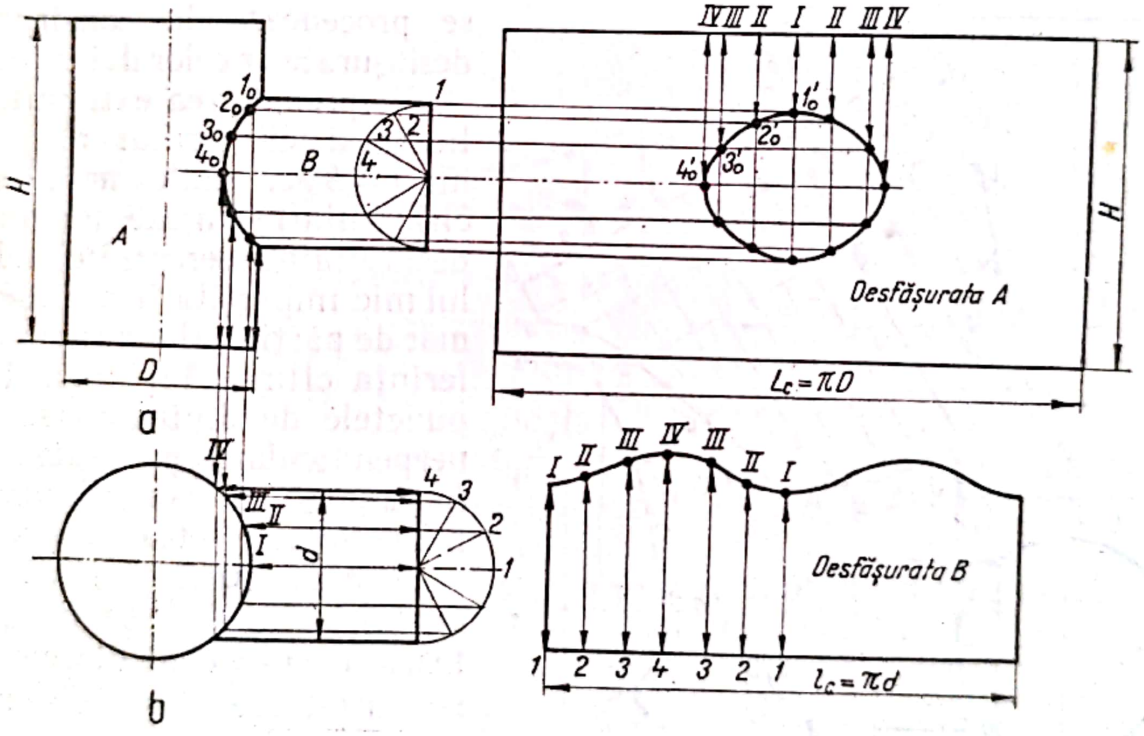


Fig. 3.1

se duc orizontale care intersectează conturul cilindrului *A* în punctele *I*, *II*, *III* etc. Din aceste puncte se duc verticale care intersectează orizontalele cu aceleași numere din fig. 3.1, *a*, în punctele 1_0, 2_0, 3_0 etc. Unind aceste puncte printr-o curbă continuă, se obține linia de intersecție care servește la desfășurarea celor doi cilindri conform indicațiilor

Scanned with OKEN Scanner

din figură. În desfășurata cilindrului A sînt determinate punctele $1'_0$, $2'_0$, $3'_0$ etc., care unite, dau curba de intersecție desfășurată a acestui cilindru. Desfășurata cilindrului mic B este dată în aceeași figură. Se observă că distanțele $I—II$; $II—III$ etc din desfășurata A sînt egale cu lungimile arcelor $I—II$; $II—III$ etc din fig. 3.1, b. Lungimea cercului bazei, egală cu πd, a fost împărțită în același număr de părți egale, iar pe verticalele corespunzătoare cu aceleași numere se iau lungimile marcate prin săgeți în fig. 3.1, b. Întrucît corpurile intersectate din fig. 3.1 sînt simetrice, în construcția desfășuratelor s-a notat numai un sfert din numărul de diviziuni.

3.3. *Intersecția sub un unghi oarecare a doi cilindri de diametre diferite*

Așa cum se arată în fig. 3.2, unde cilindrii intersectați sînt redați în două proiecții, mai întîi se determină linia de intersecție după metoda folosită în fig. 3.1, apoi se procedează la construcția desfășuratelor celor doi cilindri.

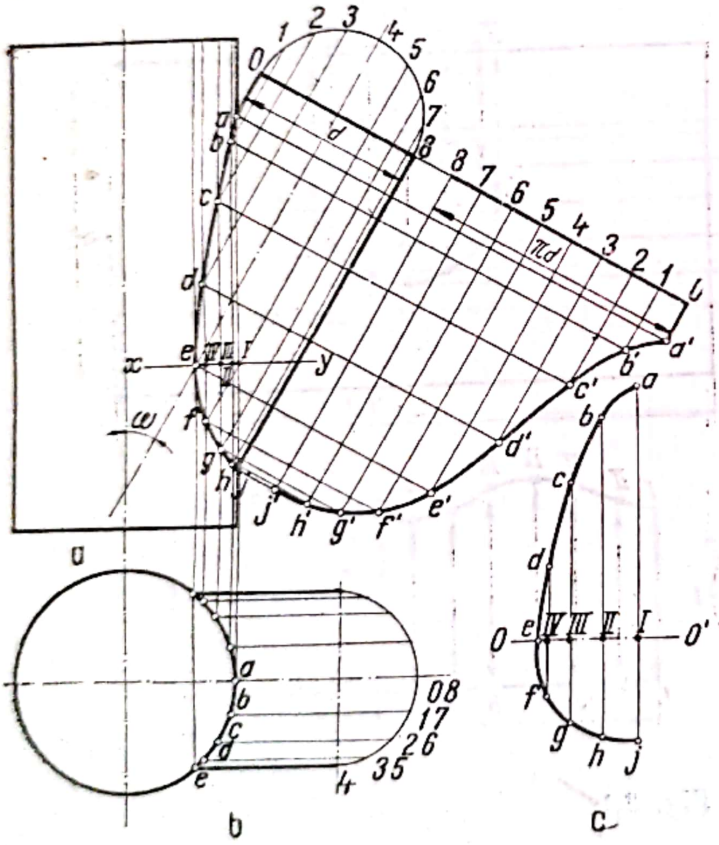


Fig. 3.2

Pe prelungirea extremității libere a cilindrului mic (linia $0—8$ perpendiculară pe axa cilindrului) se așază lungimea desfășurată a cercului cilindrului mic împărțită în același număr de părți egale ca și circumferința cilindrului mic. Prin punctele de diviziune se duc perpendiculare pe linia $0—8$ (paralele cu axa cilindrului mic) Se proiectează punctele a, b, c pe generatoarea cilindrului mic pînă se intersectează cu perpendicularele corespunzătoare duse din punctele 0, 1, 2. Se obțin punctele a', b' etc., care unite, dau curba de intersecție desfășurată pentru cilindrul mic.

Pentru a determina desfășurata tăieturii din cilindrul mare se procedează astfel; se trasează linia x, y, perpendiculară pe axa cilindrului mare în punctul e al liniei de intersecție. La intersecția acestei linii cu

Scanned with OKEN Scanner

generatoarele cilindrului mare duse prin punctele *j*, *h*, *g*, *f* se obțin punctele *I*, *II*, *III*, *IV*.

Pe dreapta oarecare *OO'* (fig. 3.2, *c*) se așază lungimile arcelor *ab*, *bc*, *cd* etc. din fig. 3.2, *b*, iar prin punctele astfel obținute, *I*, *II*, *III*, se duc perpendiculare pe *OO'*. Pe aceste perpendiculare se așază în sus

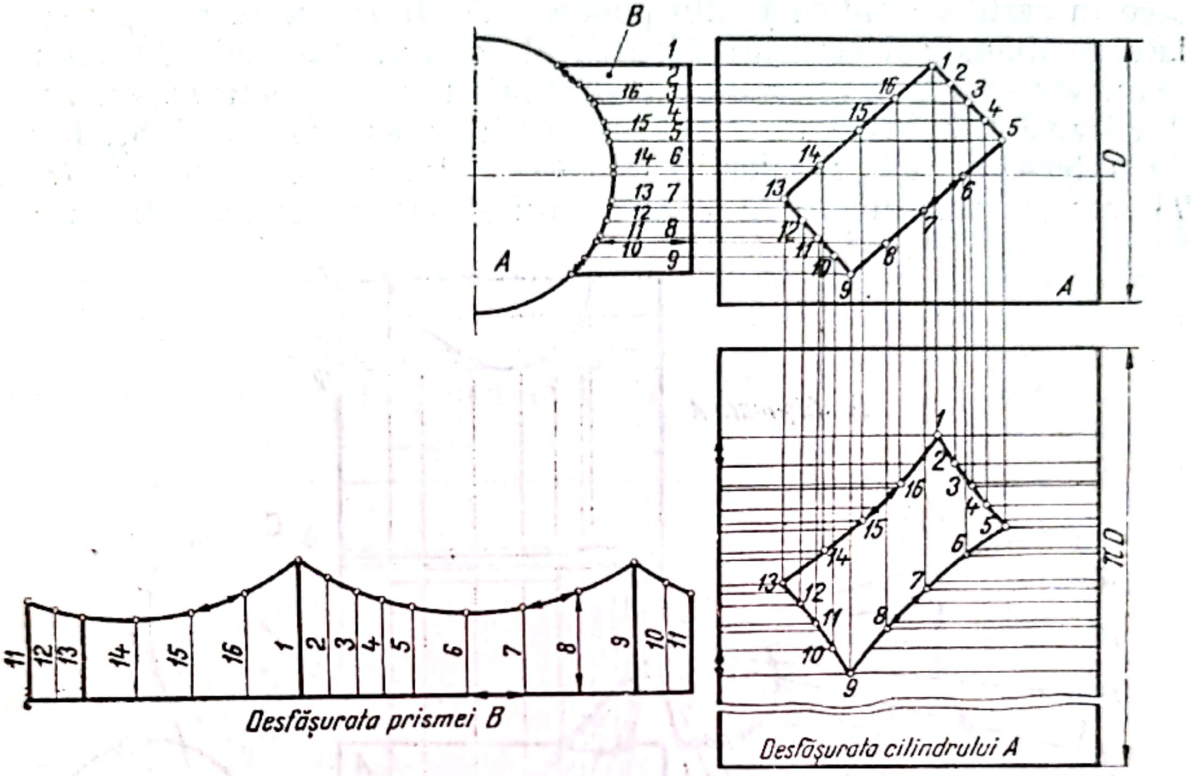


Fig. 3.3

distanțele *I-a*, *II-b* etc., din fig. 3.2, *a* iar în jos — distanțele *I—j*, *II—h*, *III—g* etc. Unind între ele punctele *a*, *b*, *c* etc., se obține jumătate din tăietura cilindrului mare.

Avînd desfășuratele celor două tăieturi, conform paragrafului 3.2, se pot construi și desfășuratele cilindrilor intersectați.

3.4. *Intersecția dintre un cilindru și o prismă*

Construirea desfășuratei prismei și a tăieturii în cilindru se realizează ca și în cazul intersecției a doi cilindri (v. fig. 3.1), cu simpla deosebire că în cazul de față, în loc de a împărți întregul perimetru al prismei în părți egale (cum s-a făcut la cilindrul mic din fig. 3.1, *b*), se va împărți fiecare latură în părți egale.

Desfășurata cilindrului și a prismei este arătată în fig. 3.3.

Scanned with OKEN Scanner

3.5. *Intersecția dintre un cilindru și un con ce pătrunde oblic în cilindru*

Pentru a construi desfășuratele acestor corpuri se procedează în felul următor (fig. 3.4): se trasează o jumătate din cercul de bază al conului (fig. 3.4, *b*) și se împarte într-un număr de părți egale (douăsprezece în cazul considerat); din punctele de diviziune se duc perpendiculare pe diametrul cercului de bază al conului. Punctele de intersecție se unesc cu vîrful *S* al conului. Proiecția corespunzătoare a acestor puncte din fig. 3.4, *c* adică *1'*, *2'*, *3'*, ..., *12'* se unesc cu vîrful S_1. Punctele de intersecție ale razelor S_1-*1'*, S_1-*2'* etc. cu cilindrul *I*, *II*, *III*, *IV* etc. se proiectează în vederea din stînga, obținînd astfel linia de

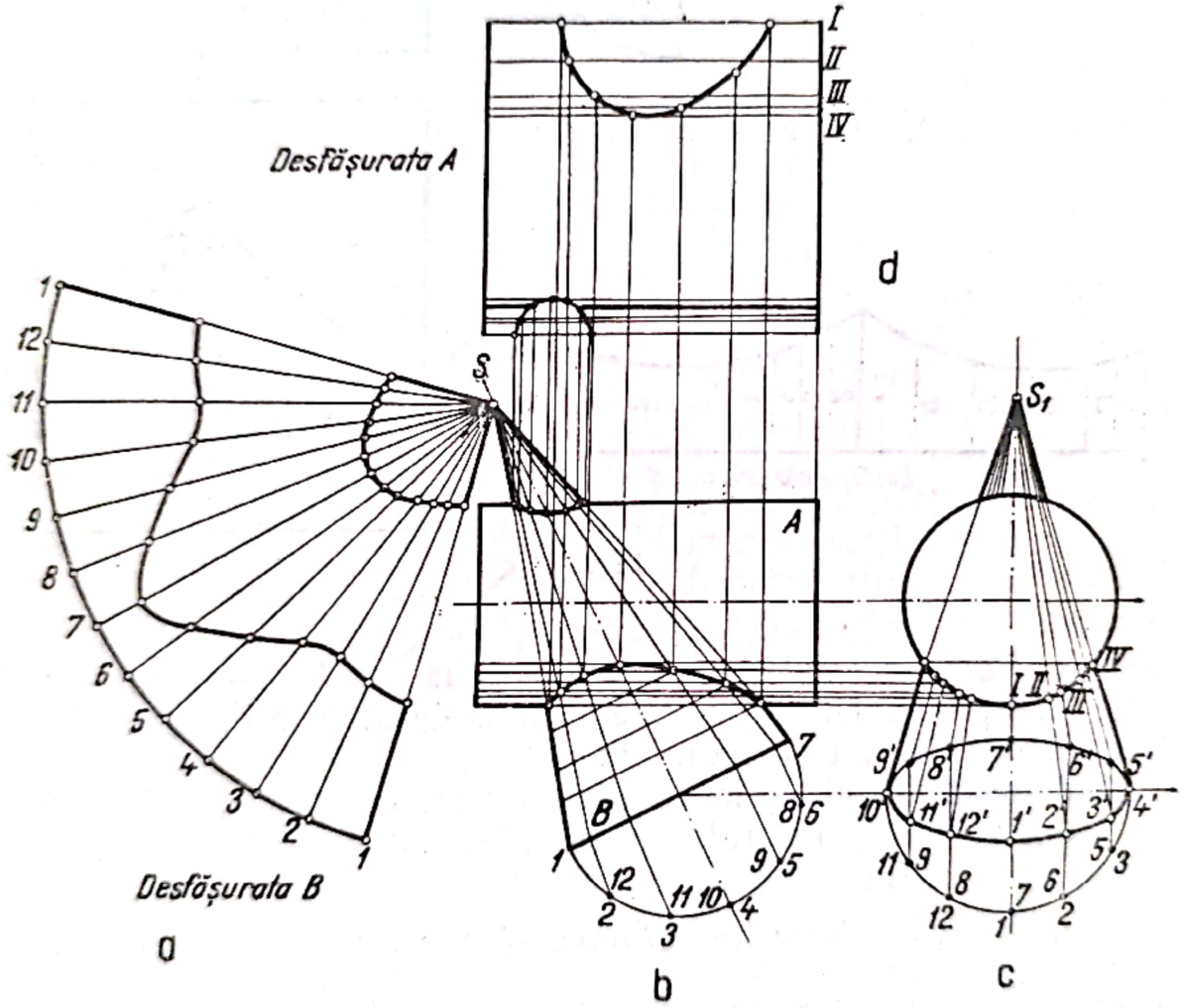


Fig. 3.4

intersecție dintre cilindru și con. La fel se procedează și pentru a determina linia de intersecție de la ieșirea conului din cilindru. În continuare, pentru a obține desfășurata conului (fig. 3.4, *a*) se procedează la fel ca la desfășurarea unui con oblic (v. figura din tabelul 3.1).

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 3.4, *d* se arată jumătate din desfășurata cilindrului; se observă că în această construcție distanțele dintre dreptele *I-II*, *II-III*, *III-IV* etc. sînt luate din fig 3.4, *c*, de pe linia de intersecție.

3.6. *Intersecția dintre un cilindru și un poliedru*

În fig. 3.5 se redă în două vederi intersecția dintre cilindrul *B* cu axa verticală și poliedrul *A* cu baza dreptunghiulară, a cărui axă este înclinată față de axa cilindrului, însă nu se intersectează cu aceasta. Pentru construcția desfășuratelor acestor două corpuri se determină mai întîi linia de intersecție a fețelor poliedrului cu cilindrul dat. Aceasta se face în felul următor: se împarte cercul din proiecția plană a cilindrului *B* într-un număr oarecare de părți (în cazul considerat jumătatea cercului s-a împărțit în 6 părți), iar prin punctele de diviziune *1*, *2*, *3* ... *7* se duc razele corespunzătoare, care intersectează perimetrul bazei poliedrului în punctele *I*, *II*, *III* ... *VII*. Cu ajutorul com-

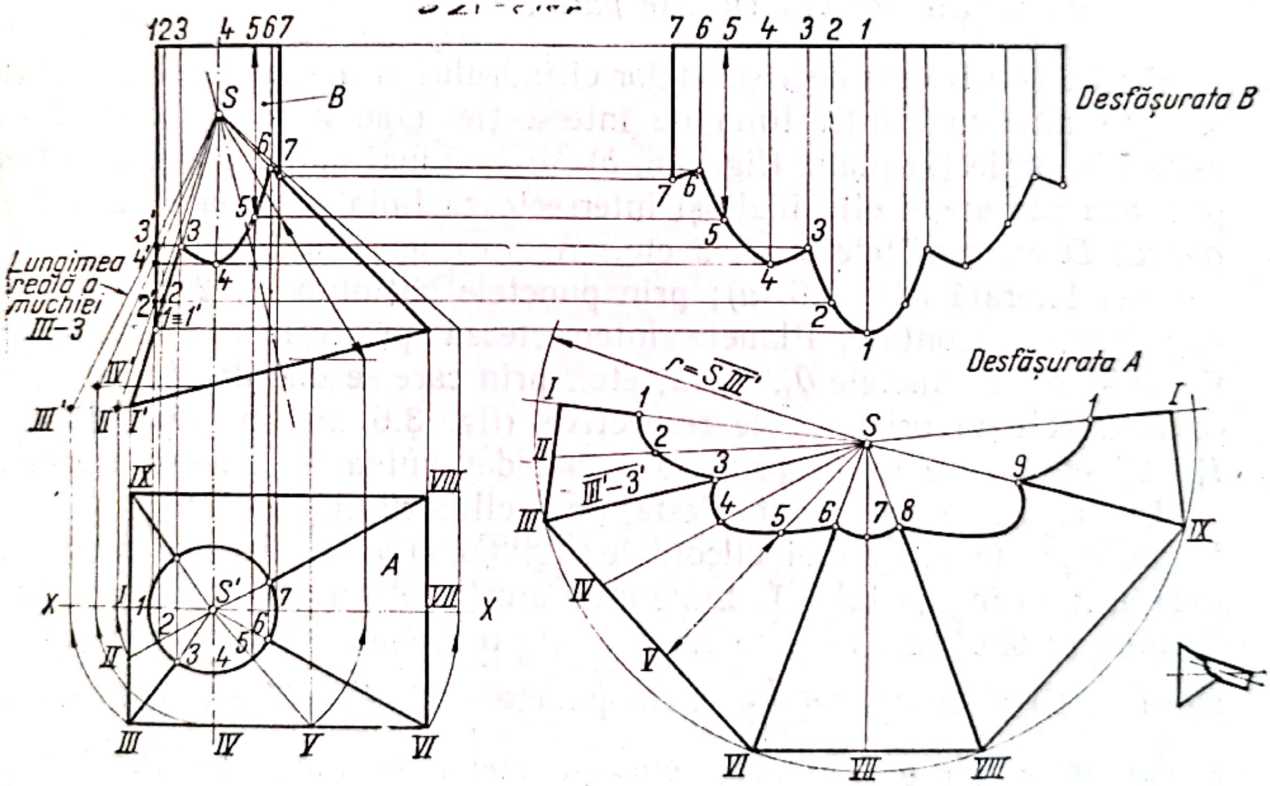


Fig. 3.5

pasului se duc aceste puncte pe orizontala *xx*, apoi se proiectează pe vederea laterală obținîndu-se punctele *I'*, *II'*, *III'* la intersecția cu orizontala din punctul *III*. Se unesc aceste puncte cu vîrful *S* al piramidei și la intersecția razelor *SI' SII'* etc. cu generatoarea cilindrului

Scanned with OKEN Scanner

se determină punctele *1'*, *2'*, *3'* etc. Prin aceste puncte se duc orizontale, care, prin intersecția lor cu verticalele ridicate din punctele de diviziune ale cercului din proiecția plană, determină punctele *1*, *2*, *3*, *4* ... *7*. Unind aceste puncte se obține curba de intersecție dintre cilindru și poliedru.

În continuare, desfășurata cilindrului se arată în aceeași figură folosind procedeul cunoscut de la paragraful 3.2. Desfășurarea poliedrului este de asemenea cunoscută. Pentru a afla însă desfășurata secțiunii intersecției de pe poliedru, se determină pe poliedrul desfășurat punctele *I*, *II* ... *IX* (v. tabelul 3.1). Pe razele care unesc vîrful *S* cu punctele *I*, *II*, *III* ... *IX*, se așază distanțele *I'-1'*, *II'-2'*, *III-3'* etc., determinîndu-se astfel punctele 1, 2, 3 etc. care unite dau tăietura făcută de cilindru în poliedru.

3.7. *Intersecția unui cilindru cu o suprafață elicoidală dreaptă cu axe paralele*

Pentru construirea desfășuratelor cilindrului și a suprafeței elicoidale se determină mai întîi linia de intersecție a acestora, procedîndu-se astfel: în proiecția plană (fig. 3.6, *b*) se duc mai multe plane care trec prin axa suprafeței elicoidale și intersectează linia elicoidală după diametrul *D* în punctele *0*, *1*, *2* etc.. Acestea se proiectează pe elice în vederea laterală (fig. 3.6, *a*); prin punctele obținute *1'*, *2'*, *3'* etc. se duc drepte orizontale. Planele intersectează proiecția cilindrului din fig. 3.6, *b* în punctele 0_1, 1_1, 2_1 etc., prin care se duc drepte verticale ce intersectează orizontalele respective (fig. 3.6, *a*) în punctele $0_1''$, $1_1''$, $2_1''$ etc., care unite printr-o curbă, determină linia de intersecție.

În fig. 3.6, *d* este redată desfășurata cilindrului.

Desfășurata suprafeței elicoidale (fig. 3.6, *e*) se construiește după metoda arătată în tabelul 3.1. Lungimile arcelor elicei (fig. 3.6, *c*) se determină în felul următor: se construiește o dreaptă sub unghiul β (unghiul elicei) în care $\operatorname{tg}\beta = \frac{p}{\pi D}$. Prin punctele $0_1''$; $1_1''$; $2_1''$ etc. (fig. 3.6, *a*) se duc orizontale pînă la obținerea punctelor de intersecție 0_1; 1_1; 2_1; etc. din fig. 3.6, *c*. Segmentele 0_1-1_1, 1_1-2_1, 2_1-3_1 etc. determină lungimile arcelor respective de pe elice ce se transpun începînd din punctul O_1 pe desfășurata acestei din fig. 3.6, *e* obținînd punctele *1*, *2*, *3*, *4*, care se unesc cu centrul. Diferitele puncte de pe linia de intersecție se obțin luînd pe razele respective segmentele O-O_1', O-O_1, 1—$1_1'$ 1—1_1 etc. măsurate pe fig. 3.6, *b*.

Scanned with OKEN Scanner

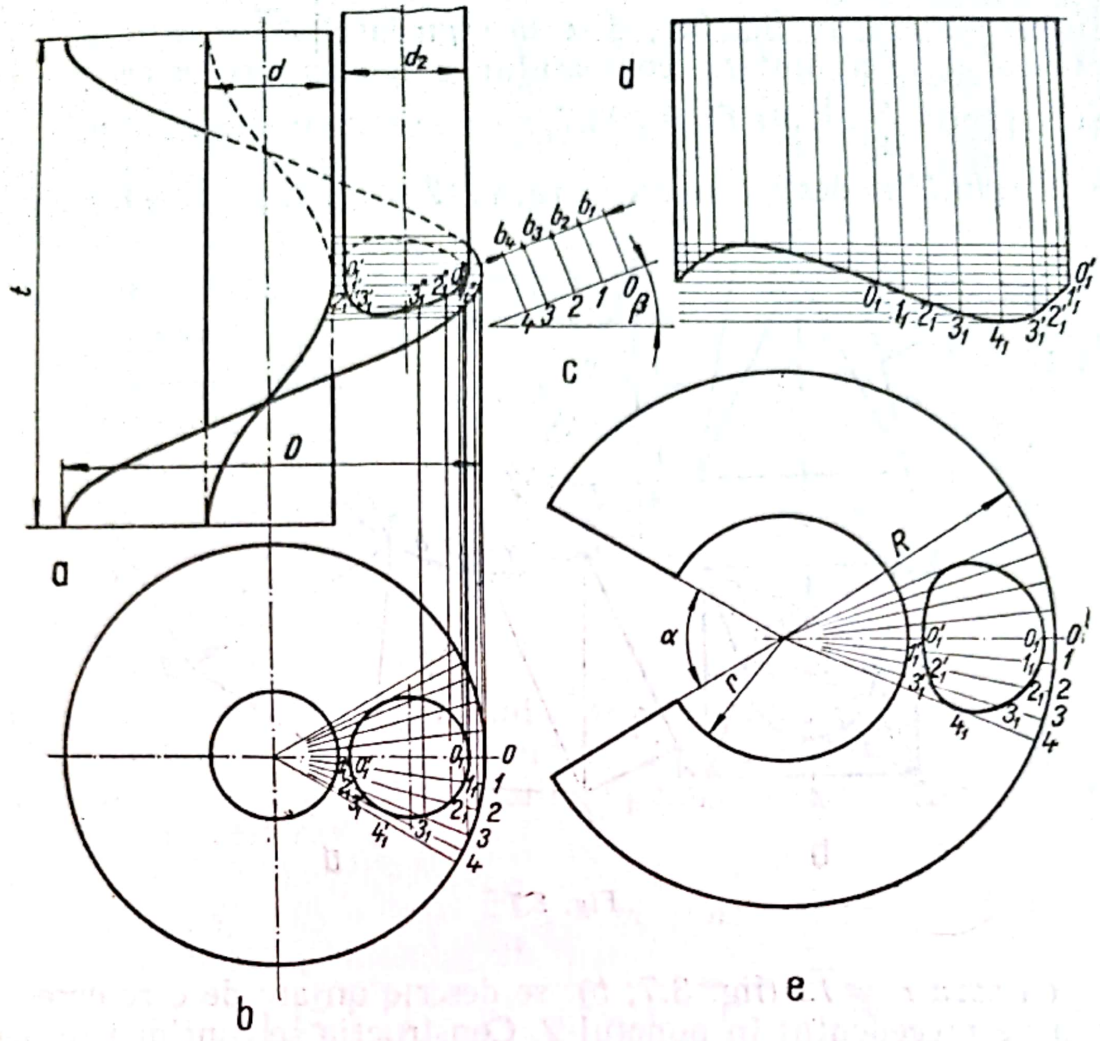


Fig. 3.6

3.8. *Racordarea unei secţiuni circulare la o secţiune pătrată*

Cazul în care latura pătratului *a* este mai mare decît diametrul *D* al cercului (fig. 3.7). Pentru determinarea desfăşuratei ansamblului se procedează în felul următor: cercul de diametrul *D* se împarte în $2n$ părţi egale (12 părţi în cazul considerat), obţinînd punctele *1*, *2*, *3* etc. Construcţia este formată din patru elemente plane: triunghiurile *I—1—II*; *II—4—III* etc. şi din patru conuri eliptice înclinate identice, avînd baza circulară comună, cu diametrul *D*, şi vîrfurile *I*, *II*, *III*, şi *IV*. Determinarea desfăşuratei ansamblului se reduce la determinarea elementelor plane şi conice. În fig. 3.7, *c* sînt determinate lungimile reale ale generatoarelor elementelor conice, unde segmentul *AV* este egal cu înălţimea *h*, iar segmentele *A1*, *A2*, *A3* etc. sînt respectiv egale cu segmentele *II 1*, *II2* etc. din fig. 3.7, *b* Lungimile reale ale generatoarelor sînt $\overline{IV}$, $\overline{2V}$ etc.

Scanned with OKEN Scanner

În continuare, în fig. 3.7, *d* se ia segmentul $\overline{A1} = h = m$, iar din punctele *A* și *1*, cu ajutorul compasului se descriu arce de cerc cu razele $\overline{IV}$ și respectiv $\frac{a}{2}$, luate din fig. 3.7, *c*, care se intersectează în punctul *II*. Cu centrul în *II* se descrie un arc cu raza $\overline{II2} = \overline{V2}$ (fig. 3.7, *c*). Cu centrul

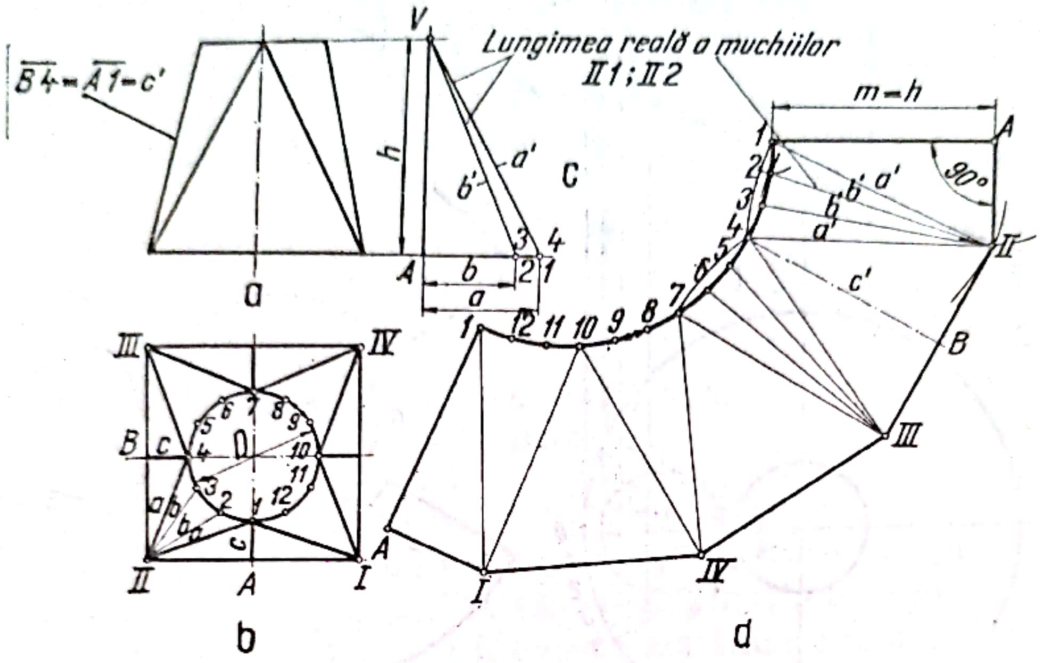


Fig. 3.7

în *1* și cu raza $r = \overline{12}$ (fig. 3.7, *b*) se descrie un arc de cerc care intersectează pe precedentul în punctul *2*. Construcția se continuă în același mod pînă cînd se determină întreaga desfășurată.

Analitic, parametrii racordării se pot determina folosind următoarele relații:

$$r = \frac{\pi D}{2n}; \quad m = \sqrt{\left(\frac{a}{2} - \frac{D}{2}\right)^2 + h^2};$$

$$l_K = \sqrt{\left(\frac{a}{2} - \frac{D}{2}\left|\sin \varphi_K\right|\right)^2 + \left(\frac{a}{2} - \frac{D}{2}\left|\cos \varphi_K\right|\right)^2 + h^2},$$

în care $2n$ este numărul de părți în care se împarte cercul;

$\varphi_K = K\varepsilon$, unde $\varepsilon = \frac{360^\circ}{2n}$ (unghiul la centru);

m — înălțimea feței triunghiului;

K — numărul de ordine al punctului de împărțire a cercului;

l_K — lungimea reală a muchiilor.

Aceleași relații analitice pot fi folosite și cînd $D > a$ (fig. 3.8).

Scanned with OKEN Scanner

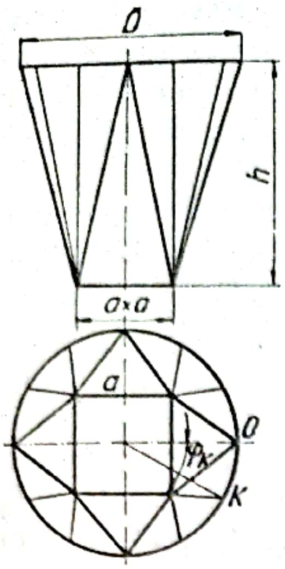


Fig. 3.8

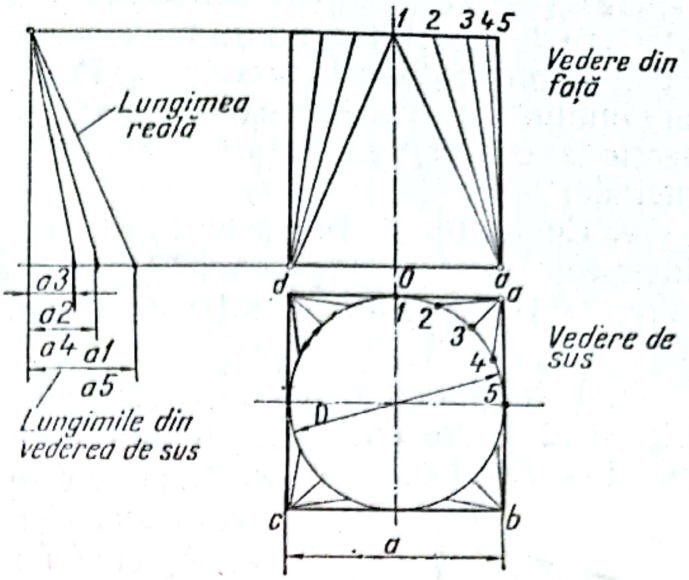


Fig. 3.9

Cazul în care latura pătratului a este egală cu diametrul D al cercului (fig. 3.9). Construcția desfășuratei acestui ansamblu este similară cu cea descrisă în cazul *a*. Relațiile analitice pentru determinarea parametrilor racordării în acest caz sînt:

$$r = \frac{\pi D}{2n}; \qquad m = h;$$

$$l_K = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 [3 - 2(|\sin\varphi_K| + |\cos\varphi_K|)] + h^2}.$$

3.9. *Intersecția unui cilindru cu o sferă*

Deoarece desfășurata sferei intersectată de alte corpuri se reduce la desfășurata sferei intersectată de mai multe plane, înainte de a trece la descrierea determinării desfășuratelor ansamblurilor respective, în fig. 3.10 și 3.11 se arată sfera intersectată de un plan și desfășurata acesteia. Un plan intersectează meridianele sferei (fig. 3.10, *a*) în punctele $1'_1$, $2'_1$, $3'_1$ etc. și în punctele 1_1, 2_1 3_1 etc. (fig. 3.10, *b*). Prin punctele de intersecție $1'_1$, $2'_1$ $3'_1$, etc. se duc drepte orizontale ce intersectează meridianul OP'_1 (fig. 3.10, *a*) în punctele $1''_1$ $2''_1$ etc. Diferitele puncte de pe linia de intersecție pe desfășurată se obțin luînd arcele 00_1 (fig. 3.11) egal cu $00'_1$ din fig. 3.10, *a*; $\widehat{11}_1$ egal cu $\widehat{01''_1}$, $\widehat{22}_1$ egal cu $\widehat{02''_1}$ etc. Punctele intermediare se obțin ducînd plane de intersecție suplimentare (fig. 3.10, *a*), spre exemplu P_1' $4g$ P_2', cu care se poate determina punctul 4_1g (fig. 3.11). Desfășurata sferei în cazul considerat se construiește după metoda arătată în tabelul 3.1.

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 3.12 se arată cazul general de intersecție a unui cilindru cu o sferă cînd axa cilindrului nu trece prin centrul sferei, ci intersectează axa acesteia într-un punct oarecare C_1. Pentru construirea desfășuratei acestui ansamblu, este necesar ca în prealabil să se determine linia de intersecție a corpurilor. Aceasta se obține folosind una din următoarele metode:

a. Cu ajutorul compasului, din C_1 se descrie un arc de cerc care intersectează sfere în punctele M_s și cilindrul în punctele M_z. Un punct oarecare M de pe linia de intersecție se obține prin intersecția segmentelor de dreaptă $\overline{M_sM_s}$ și $\overline{M_zM_z}$.

b. Prin punctele de împărțire ale cercului de bază al cilindrului (fig. 3.12, *a*) se duc generatoarele care intersectează conturul sferei în punctele 1_1, 2_1 etc. Din aceste puncte se duc drepte verticale ce intersectează axa sferei (fig. 3.12, *b*) în punctele 1_2, 2_2, 3_2 etc. iar cu razele $C3_2$, $C2_2$ etc. și cu centrul în C (centrul sferei) se descriu arce de cerc ce întîlnesc generatoarele cilindrului în punctele 1_0, 2_0, 3_0 etc. Unind punctele 1_0, 2_0, 3_0 etc. printr-o curbă continuă, se obține linia de intersecție.

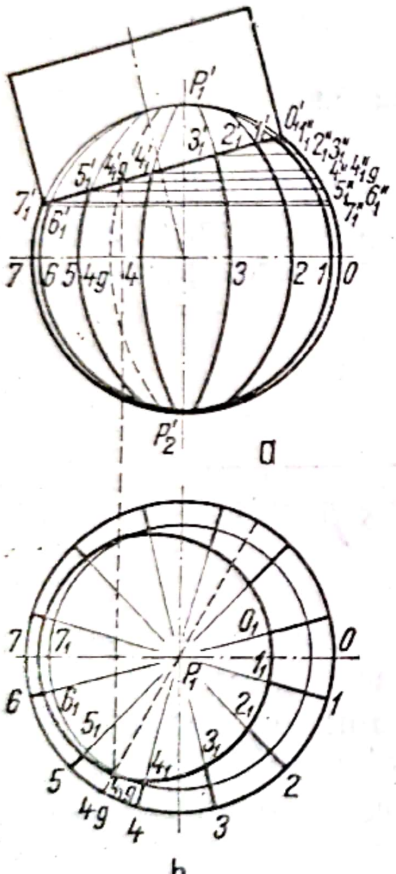


Fig. 3.10

Avînd linia de intersecție, deci lungimile reale ale generatoarelor cilindrului, în fig. 3.12, *c* se arată jumătate din desfășurata cilindrului. Pentru a obține desfășurata sferei se procedează ca în cazul fig. 3.10 și fig. 3.11, cu deosebirea că în cazul de față, proiecția liniei de intersecție nu este o dreaptă, ci o linie curbă.

3.10. *Intersecția dintre un con și o sferă*

Întrucît în cazul în care axa conului trece prin centrul sferei (fig. 3.13) desfășuratele conului și sferei se reduc la cazul intersectării acestora de către un plan, se consideră cazul general cînd axa conului nu trece prin centrul sferei, ci intersectează axa acesteia printr-o punct oarecare C_1 (fig. 3.14). Pentru construcția desfășuratelor conului și sferei, în prealabil trebuie determinată linia de intersecție a acestora.

Din punctul C_1, cu compasul se descrie un arc de cerc care intersectează sfera în punctele M_s și conul în punctele M_k. Un punct oarecare M, de pe linia de intersecție, se obține prin intersecția dreptelor duse prin punctele M_s și M_k.

Scanned with OKEN Scanner

În continuare, baza conului se împarte într-un număr de părți egale, iar prin punctele de diviziune *0*, *1*, *2* etc. se duc generatoarele conului ce determină, la intersecția lor cu linia de intersecție a celor două corpuri,

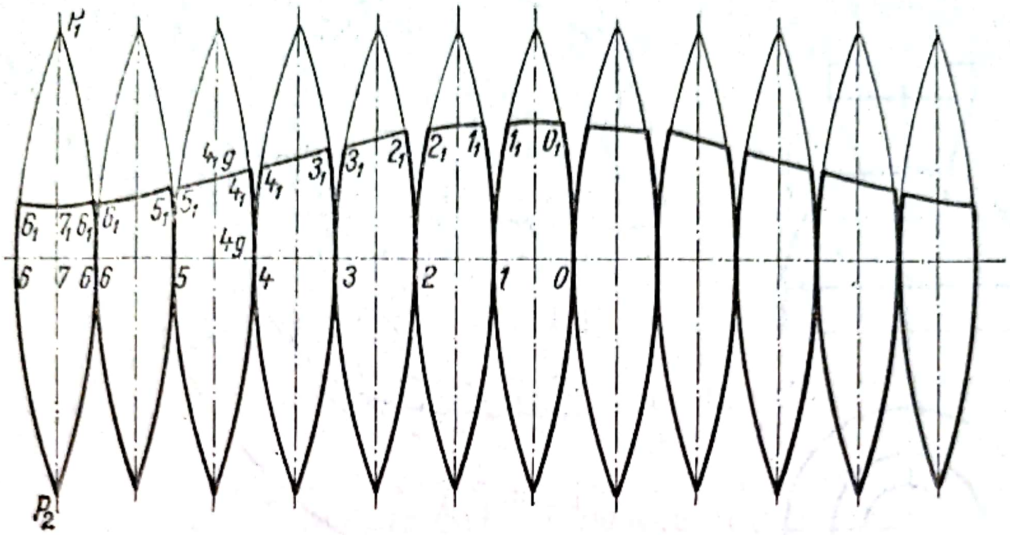


Fig. 3.11

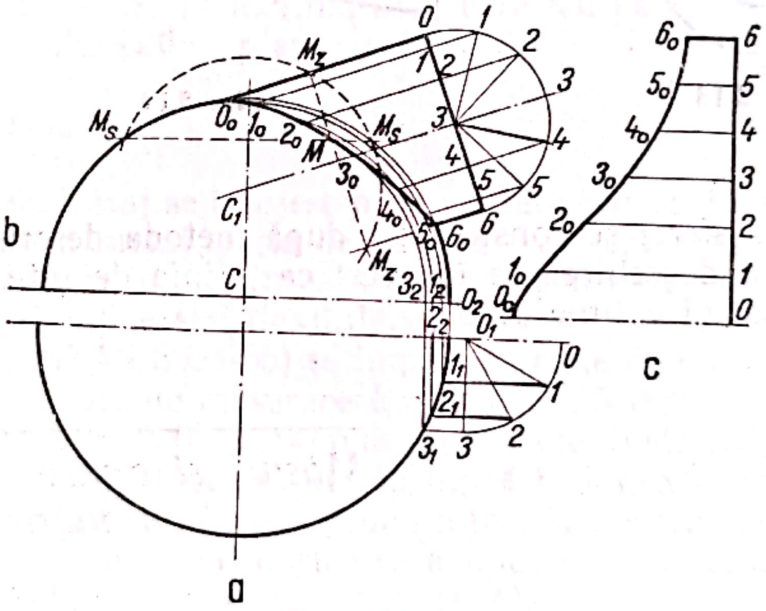


Fig. 3.12

punctele 0_1, 1_1, 3_1 etc. Ducînd prin aceste puncte drepte perpendiculare pe axa conului, acestea vor intersecta generatoarea extremă în punctele 0_0, 1_0, 2_0 etc. Distanța de la punctele obținute pînă la vîrf, și respectiv pînă la baza conului, determină lungimea reală a generatoarelor ce sînt transpuse cu ajutorul compasului (respectînd numerele de ordine) în fig. 3.14, *b*, unde este reprezentată desfășurata conului.

Scanned with OKEN Scanner

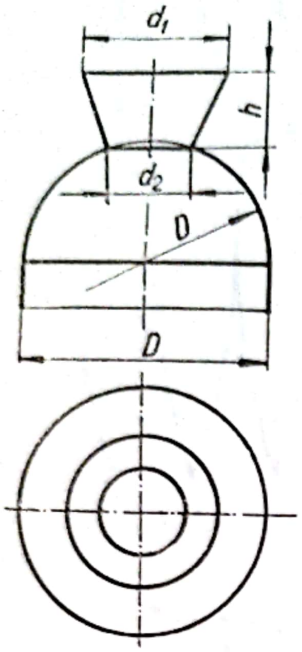


Fig. 3.13

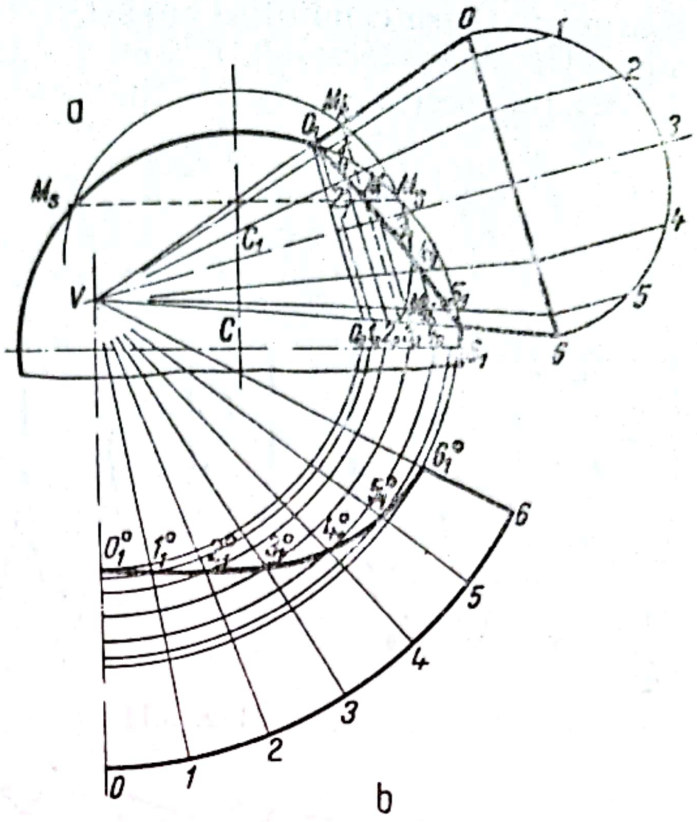


Fig. 3.14

Desfășurata sferei se construiește după metoda descrisă în fig. 3.10 și fig. 3.11, cu deosebirea că în acest caz, linia de intersecție nu este o linie dreaptă, ci o linie curbă.

4

Măsuri și aparate de măsurat mărimi geometrice

4.1. *Clasificarea măsurilor și aparatelor de măsurat mărimi geometrice*

În executarea operațiilor de trasare este necesar să se măsoare corect și precis lungimile și unghiurile, pentru transpunerea cotelor de pe desen pe piesa model sau pe sculele de trasat și pentru verificarea dimensiunilor trasate.

Scanned with OKEN Scanner

Mijloacele de măsurare se împart în măsuri și aparate sau instrumente de măsurat.

Măsurile materializează unitatea de măsură a unei mărimi, unul sau mai mulți multipli ai acesteia. De exemplu: cală plan-paralelă, calibru, riglă de măsurat. Aparatele de măsurat servesc la compararea directă sau indirectă a mărimii de măsurat cu unitatea de măsură. De exemplu: micrometru, compas, șubler etc.

4.2. *Măsuri și aparate de măsurat lungimi*

Măsura de lungime (STAS 2493-57) este realizarea materială în formă de bară, bandă, fir etc. a unității de lungime sau a unui multiplu sau submultiplu al acesteia. Măsurile de lungime se împart în: măsuri de lungime cu repere și măsuri de lungime terminale.

Măsura de lungime cu repere este măsura de lungime a cărei mărime este reprezentată prin distanța între două repere. Aceste repere sînt în general linii trasate perpendicular pe axa măsurii. Măsura de lungime terminală (cu capete) este măsura de lungime a cărei mărime este reprezentată prin distanța între suprafețele de măsurare (cele două suprafețe terminale, perpendiculare pe axa măsurii, care iau parte direct la măsurare), ca de exemplu calele plan-paralele.

4.2.1. *Măsuri de lungime cu repere*

În atelierele de trasaj se folosesc pe scară largă măsuri de lungime cu repere executate din metal (rigle de măsurat, metrul articulat, ruleta).

Riglele metalice se întrebuințează pentru operații de verificare și de trasare. Ele pot fi rigide sau flexibile.

Riglele rigide (STAS 5024-55) se împart în rigle de măsurat normele, avînd limita superioară de măsurare $L = 500$,... 5 000 mm și rigle de măsurat scurte cu $L = 200$ ... 400 mm. Diferitele modele de rigle rigide fabricate la noi în țară sînt arătate în fig. 4.1. La extremitățile riglei rămîn negradate lungimile l în scop de protecție. Pentru măsurarea unei cote pe generatoarea unui cilindru sau a unui con se recomandă să se folosească rigle în formă de V (v. fig. 6.24, *b*).

Riglele rigide se păstrează în cutii de lemn, împachetate în hîrtie parafinată; se manevrează cu grijă pentru a nu fi supuse la lovituri care să le deformeze muchiile și fețele și se ung cu vaselină neutră pentru a nu fi supuse oxidării (ruginirii).

La măsurarea directă a unei lungimi, muchia de măsurare trebuie așezată paralel cu lungimea de măsurat și citirea trebuie făcută din direcție perpendiculară pe fața gradată, pentru reducerea la minim a erorii de măsurare și a erorii de paralaxă.

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 4.2 este arătată o riglă cotită cu ajutorul căreia se poate măsura direct între reperele *3* și *4* ipotenuza *c* a unui triunghi dreptunghic căruia i se cunosc catetele *a* și *b*. Cursoarele *2* și *5* servesc ca verniere. Șuruburile

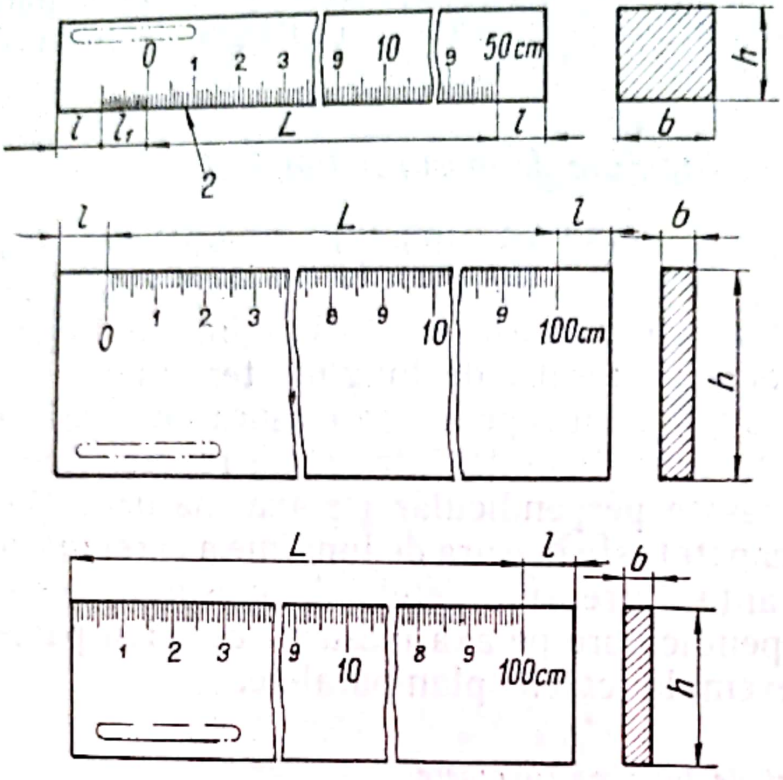


Fig. 4.1

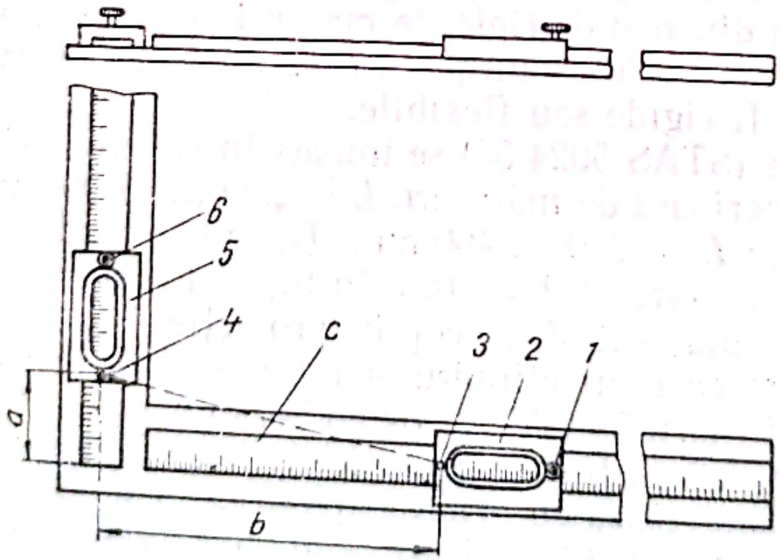


Fig. 4.2

1 și *6* se folosesc la fixarea vernierelor după reglarea lor corespunzătoare.

Acest tip de riglă poate fi folosit și pentru măsurarea distanței între două puncte care nu sînt în același plan.

Scanned with OKEN Scanner

Riglele metalice flexibile (fig. 4.3) se execută conform STAS 5199-56 cu lungimi de 100, 200, 300, 500, 1 000, 1 500, și 2 000 mm, avînd două scări gradate, cu diviziuni de 1 mm, pe aceeași față a riglei. Ele sînt mai puțin precise. Se confecționează din bandă de oțel flexibil laminat la rece.

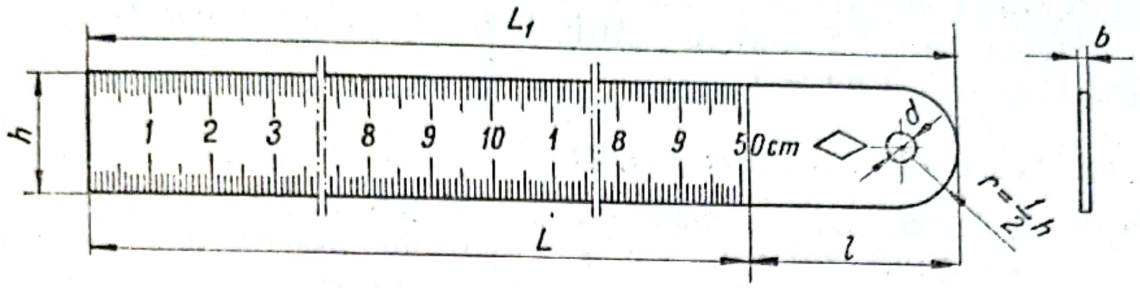


Fig. 4.3

Metrul metalic articulat (STAS 6759-63) este construit din zece lamele de oțel gradate pe ambele fețe prinse la capete una de alta printr-un sistem de articulație elastică; în poziție strînsă, lamelele sînt suprapuse; în poziție de măsurare, lamelele sînt dispuse una în prelungirea celeilalte, formînd o măsură cu repere de 1 m.

Ruletele metalice (fig. 4.4) sînt alcătuite dintr-o bandă subțire și flexibilă din oțel, *1*, gradată pe ambele fețe, prinsă cu un capăt de un ax metalic pe care se înfășoară cu ajutorul unei manivele, *4*, într-o cutie de protecție, *3*. Celălalt capăt al benzii se termină cu o verigă sau cu un inel de întindere, *2*.

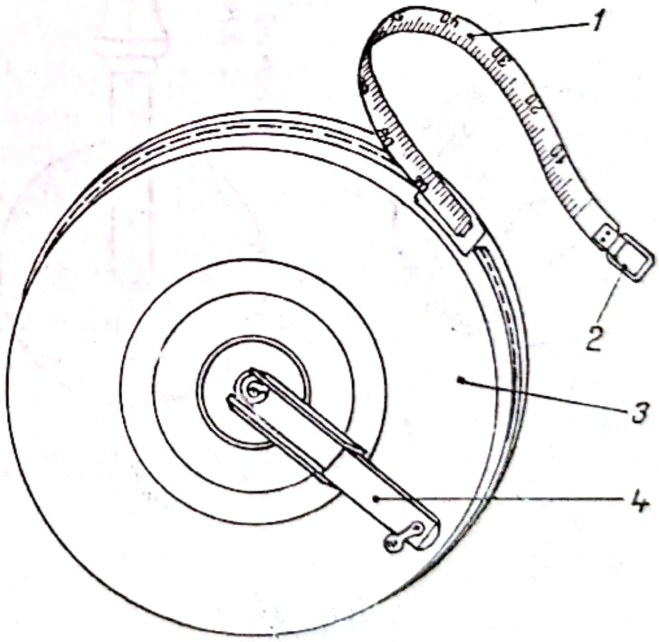


Fig. 4.4

În modelărie se folosește metrul de contracție — o măsură cu lungimea de un metru, la care se adaugă valoarea lungimii contracției corespunzătoare la un metru; lungimea totală se divide în o mie de părți egale. Contracția poate fi de 1; 1,5 sau 2%. De exemplu, un metru cu 2% contracție are o lungime de 1 020 mm și este împărțit în o mie de părți egale. Avantajul utilizării metrului de contracție constă în faptul că se evită măsurarea separată cu metrul obișnuit, la care trebuie să se adauge valoarea contracției. Riglele folosite în modelărie au pe o față, la partea inferioară, diviziuni

în milimetri iar la partea superioară diviziuni pentru contracția de 1%; pe cealaltă față au diviziuni pentru contracția de 1,5% și 2%.

Riglele de verificare se folosesc pentru verificarea rectilinității și planității suprafețelor. Ele se fabrică în diferite tipuri și mărimi, conform STAS 2518-51 (tabelul 4.1). Muchiile active ale riglelor de verificare sînt ascuțite (raza 0,1—0,2 mm) și rectilinii. Ele trebuie manevrate cu grijă deosebită, pentru a nu se deteriora.

4.2.2. *Curbimetrul și discul de măsurat*

Pentru a determina lungimea unui arc de pe o linie curbă oarecare se poate folosi curbimetrul (fig. 4.5, *a*). Prin deplasarea rolei pe curba măsurată, lungimea se poate citi direct pe scara gradată în milimetri a curbimetrului.

În același scop se folosește și discul de măsurat (fig. 4.5, *b*). Cel mai obișnuit disc de măsurat are diametrul de 159,25 mm. La o rotație completă, discul parcurge o lungime egală cu 159,25 × 3,14 = 500 mm. Circumferința discului este gradată în milimetri.

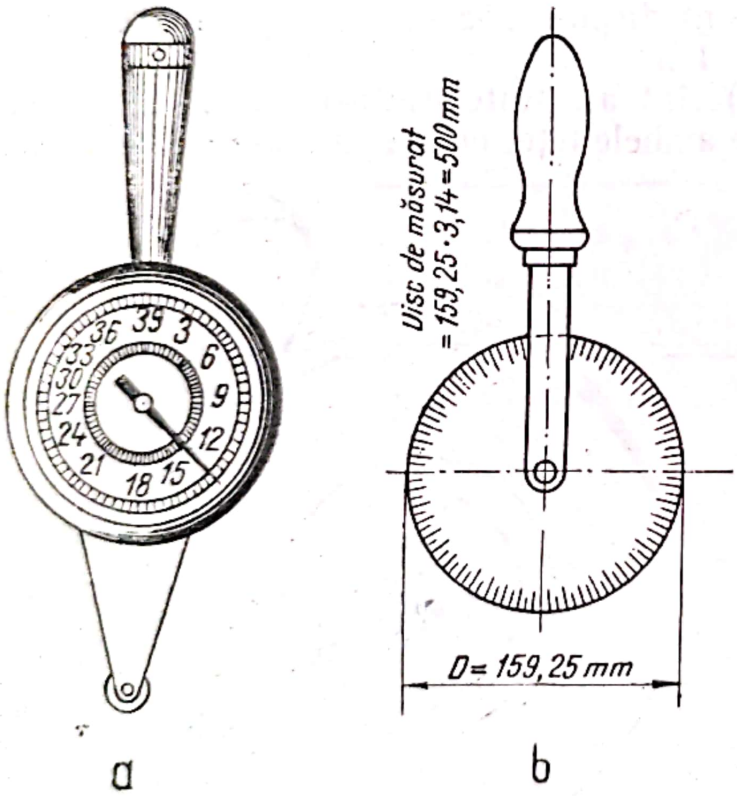


Fig. 4.5

4.2.3. *Măsuri terminale*

Măsurile terminale utilizate la trasare sînt calele plan-paralele și sondele.

Calele plan-paralele sînt mijloace de măsurat fundamentale pentru controlul și măsurarea dimensiunilor în industria constructoare de mașini. Cu ajutorul calelor plan-paralele se execută reglarea, gradarea, etalonarea și verificarea aparatelor și sculelor de măsurat, măsurarea directă și trasarea pieselor, reglarea mașinilor-unelte și a dispozitivelor de lucru. Ele se execută din oțel aliat, călit, cu duritatea de cel puțin 62 HRC și au forma paralelipipedică sau cilindrică.

Două dintre fețele opuse sînt fețe de măsurare. Acestea sînt perfect plane, paralele și bine netezite, astfel încît prin suprapunere cu alune-

Scanned with OKEN Scanner

care fie pe o altă cală, fie pe o lamă de cuarț sau de sticlă specială, ele să adere la acestea.

Lungimea nominală a calei, în milimetri, se înscrie pe una din fețele ei. La calele cu lungimea sub 5,5 mm, suprafețele de măsurare sînt cea superioară, care poartă inscripția, *Sms*, și cea inferioară, *Smi* (fig. 4.6, *a*),

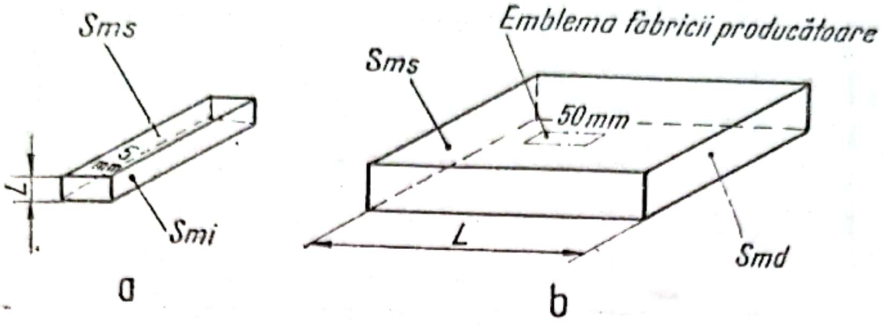


Fig. 4.6

iar la calele cu lungimea peste 5,5 mm (fig. 4.6, *b*), suprafețele de măsurare sînt așezate la dreapta, *Smd* și la stînga *Sms*, feței care poartă inscripța. Celelalte două dimensiuni ale calelor plan-paralele sînt: 9 × 30 mm pentru calele cu $L \leqslant 10$ mm și 9 × 35 mm pentu calele cu $L > 10$ mm. Calele cilindrice au diametrul de 20 mm.

Dimensiunile calelor plan-paralele sînt standardizate (STAS 2517-54), fiind alese astfel ca pentru formarea unui bloc de cale (fig. 4.7) de o dimensiune dată să fie necesar un număr cît mai mic de cale. Lungimile nominale ale calelor plan-paralele sînt date în tabelul 4.2.

La formarea unui bloc de cale de o anumită lungime se începe cu ultima cifră a dimensiunii. Alegînd astfel prima cală, se scade dimensiunea ei din dimensiunea blocului de cale, și urmînd regula se determină dimensiunea calei următoare.

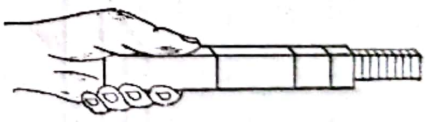


Fig. 4.7

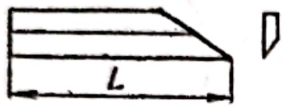
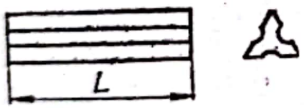
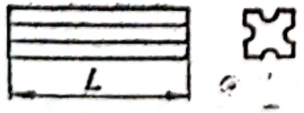
Ca exemplu, se aleg calele pentru formarea unui bloc de 27,235 mm. Procedînd după regula de mai înainte se va forma blocul din următoarele cale:

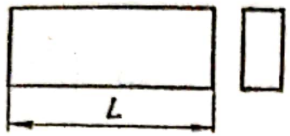
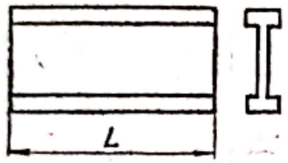
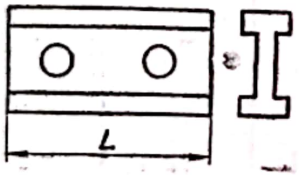
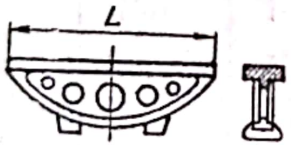
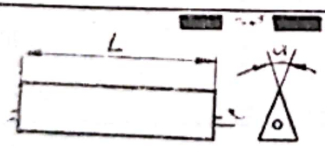
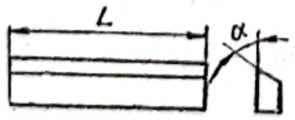
— după prima cală de 1,005 mm, mai rămîn 26,23 mm;
— după a doua cală de 1,23 mm, mai rămîn 25 mm;
— după a treia cală de 5 mm, mai rămîn 20 mm;
— după a patra cală de 20 mm, mai rămîn 0 mm.

27,235

Tabelul 4. 1

Rigle de verificare (STAS 2518-51)

Tipul riglei	Forma riglei Schiță	Denumirea	*L* mm	Metoda recomandată pentru folosire	Observații
Rigle cu muchii active ascuțite		Riglă de oțel cu teșitură simplă	75 125 175	Prin fantă de lumină	Riglele cu trei sau patru muchii pot fi prevăzute cu mînere Dimensiunile între paranteze se execută numai la comandă specială
		Riglă de oțel cu teșitură dublă			
		Riglă de oțel cu trei muchii	225 300 (400) (500)		
		Riglă de oțel cu patru muchii			

Rigle cu muchii active late		Riglă de oţel cu secţiune dreptunghiulară	500 750 1 000 1 500 2 000	Prin comparare dimensională sau prin vopsele indicatoare; se va prefera metoda prin comparare dimensională	Riglele pot avea găuri de reducere a greutăţii. Dimensiunile înscrise între paranteze se vor executa numai la comandă specială
		Riglă de oţel cu secţiunea I	500 750 1 000 1 500 2 000 2 500 3 000 (4 000) (5 000) (6 000)		
		Riglă de fontă cu secţiunea I	500 750 1 000 1 500 2 000		
		Riglă de fontă în formă de arcuş	500 750 1 000 1 500 2 000 2 500 3 000 (4 000)		
Rigle în formă de pană		Riglă de fontă cu secţiune triunghiulară	250 500 750	Prin vopsele indicatoare	Riglele pot fi executate cu sau fără mînere, cu profil plin sau gol. Unghiul α poate avea o altă valoare la comandă specială
		Riglă de fontă cu secţiune trapezoidală	1 000		

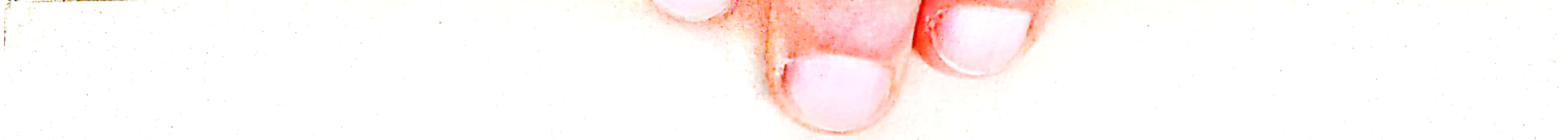
Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.2

Lungimi nominale pentru cale plan-paralele

Raţia seriei	Dimensiunea nominală L, mm									
Serii cu dimensiuni nominale crescătoare										
0,001	1	1,001 1,01	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	1,009
0,01	1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09
	1,1	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
	1,2	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29
	1,3	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,38	1,39
	1,4	1,41	1,42	1,43	1,44	1,45	1,46	1,47	1,48	1,49
	1,5									
0,1	—	—	—	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
	2									
0,5	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
25	100	125	150	175	200	—	—	—	—	—
50	50	100	150	200	250	300	—	—	—	—
100	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000

Scanned with OKEN Scanner



Serii cu dimensiuni descrescatoare

Raţia seriei	Dimensiuni nominale L, mm									
0,001	1 0,99	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991
0,1	1 0,9	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91

Seria specială 0,4 0,5

Raţia seriei	Dimensiuni nominale L, mm									
0,01	0,40 0,50	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49

Dimensiunea nominală specială $L = 0{,}405$ mm

Scanned with OKEN Scanner

În același mod se obțin lungimile:

$$11{,}25 = 1{,}25 + 10{,}00;$$

$$20{,}75 = 1{,}25 + 9{,}50 + 10{,}00;$$

$$41{,}418 = 1{,}008 + 10{,}410 + 30{,}00.$$

Pentru folosirea judicioasă a calelor, ele se livrează cu dispozitive accesorii care evită uzura prematură a lor.

Seriile de cale se așază în truse mari cuprinzînd 83 buc., sau în truse mici cuprinzînd 38 buc. Fiecare serie de cale este prevăzută cu cale de protecție, care aderă la capetele blocurilor de cale. Calele plan-paralele se verifică periodic la intervale de cel mult șase luni, iar cu ajutorul calelor verificate se verifică celelalte aparate de măsurat.

Calele subțiri, denumite și sonde sau spioni, sînt măsuri terminale în formă de lame, din tablă cu diferite grosimi, calibrate și strînse în truse (fig. 4.8). Se execută din tablă de oțel de arc de bună calitate, calibrată prin laminare în trepte cu grosimea din sutime în sutime și din zecime în zecime de milimetru. La noi în țară, conform normelor D.G.M.S.I., sondele sînt lamele metrologice rotunjite la capete, cu lungimea de 50, 100 sau 200 mm, cu suprafețe plan-paralele asamblate în truse cuprinzînd între 6 și 16 lamele. Lamele *1* ale trusei sînt protejate de două lame mai groase *2*, formînd o teacă de protecție prinsă la capete cu șuruburile *3*.

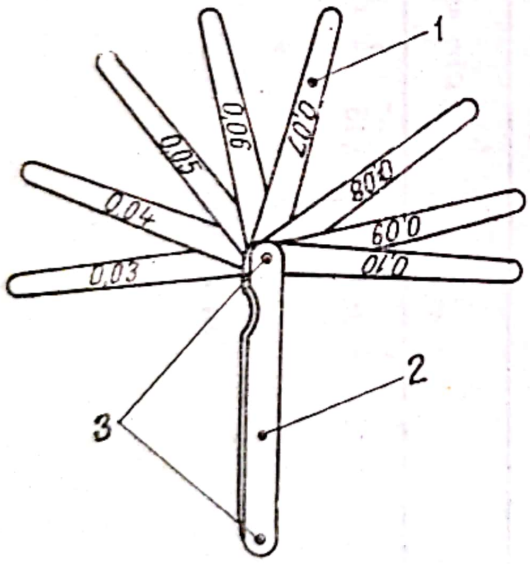


Fig. 4.8

Sondele se folosesc pentru măsurarea jocului dintre două suprafețe plane și paralele (calibre de interstițiu).

4.2.4. *Compasuri*

Compasurile de măsurat se folosesc la reținerea cît mai exactă a distanței dintre două puncte, în vederea măsurării ei, la verificarea sau la transpunerea pe piesă a unei dimensiuni date. Se întrebuințează mai ales pentru măsurări în locuri inaccesibile altor instrumente, cum ar fi de exemplu diametrul unei găuri adînci. Compasurile de măsurat sînt de mai multe feluri.

Compasul de lungime (cu vîrfuri drepte, fig. 4.9) este compus din două brațe rigide și drepte articulate la un capăt și bine ascuțite la celălalt, pentru a mări precizia poziției de așezare la măsurare. Se folosește pentru cuprinderea unei dimensiuni între vîrfuri și pentru transpunerea

ei în șir, pe o dreaptă sau pe un arc de cerc, precum și pentru măsurarea indirectă (cu ajutorul unei rigle gradate, șubler etc.) a unei dimensiuni.

Compasul de grosime (fig. 4.10, *a*) are brațele curbate și vîrfurile îndreptate spre interior, încît să permită trecerea piesei. El servește la verificarea distanței între două suprafețe exterioare ale unei piese sau a

Fig. 4.9

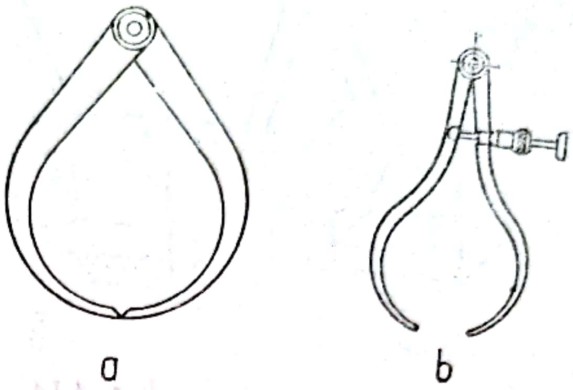


Fig. 4.10

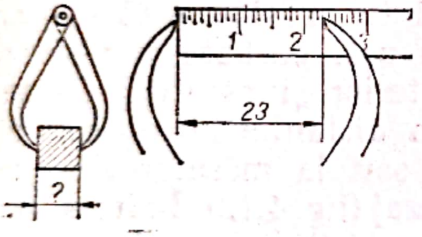


Fig. 4.11

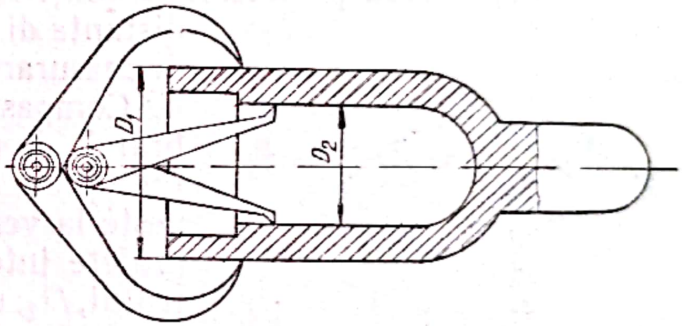


Fig. 4.12

diametrului exterior al unei piese. Compasul de grosime poate fi prevăzut cu șurub de reglare (fig. 4.10, *b*), care permite potrivirea cu precizie a deschiderii brațelor.

În fig. 4.11 se arată cum se face măsurarea lungimilor cu compasul de grosime și rigla gradată (în dreapta se arată, mărit, cum trebuie așezate vîrfurile compasului pe riglă). Măsurarea diametrului exterior D_1 al unei piese se face ca în fig. 4.12.

Măsurarea unui perete inaccesibil nu se poate face ca în figura 4.13, *a*, deoarece pragul piesei impune deschiderea compasului la scoaterea sa. În acest caz se procedează ca în fig. 4.13, *b*, prinzîndu-se în compas o diviziune întreagă a riglei care să permită scoaterea compasului fără deschiderea lui (de ex. 16 mm). Diferența dintre lungimea citită în poziția riglei din fig. 4.13, *c*, unde aceeași deschidere a compasului se ia pe

Scanned with OKEN Scanner

riglă începînd cu diviziunea zero, și cea din fig. 4.13, *b* reprezintă grosimea peretelui piesei (21 — 16 = 5 mm).

Compasul de grosime cu cadran gradat (fig. 4.14) servește la aceleași măsurări ca și compasul de grosime simplu. Un braț al compasului este

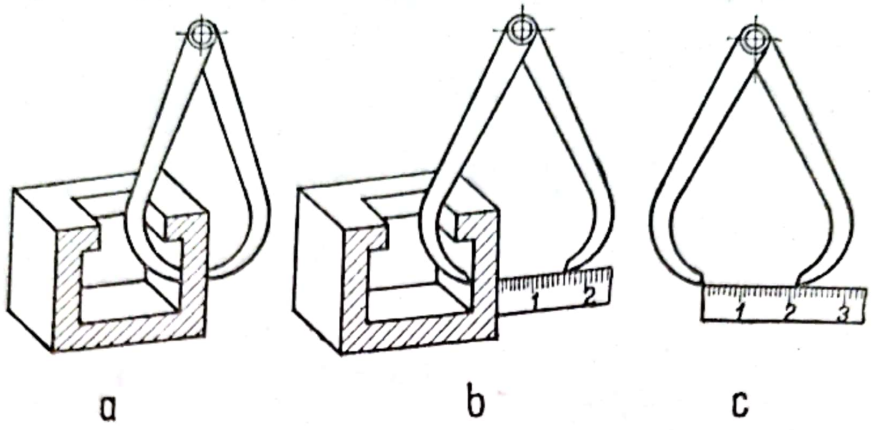


Fig. 4.13

terminat cu un sector gradat, celălalt braț este terminat cu un vernier care se deplasează pe sector. Gradațiile sînt astfel făcute, încît să indice distanța dintre vîrfurile compasului. Precizia de măsurare cu acest compas este mai mică.

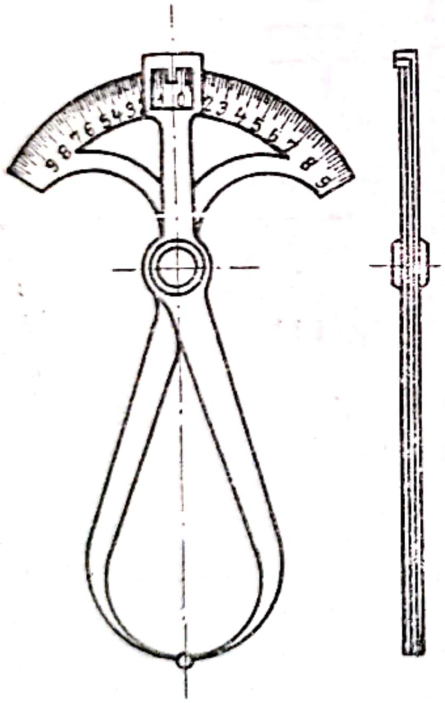


Fig. 4.14

Compasul de interior (fig. 4.15, *a*) are brațele drepte sau ușor curbate și vîrfurile îndreptate spre exterior și ascuțite. El servește la verificarea distanței între două suprafețe interioare sau la măsurarea diametrului, D_2, unui alezaj (fig. 4.12). În fig. 4.15, *b* se arată poziția corectă (linia plină) și greșită (linia punctată) a compasului la măsurarea diametrului interior (diametrul *D* în cazul măsurării oblice este mai mare decît diametrul *d* al piesei).

În fig. 4.15, *c* se arată modul de măsurare al diametrului cercului centrelor găurilor unei flanșe cu compasul de interior, iar în fig. 4.15, *d* determinarea distanței dintre centrele a două găuri de același diametru.

Compasul dublu (fig. 4.16) se compune dintr-un compas de grosime și unul de interior reunite printr-o articulație comună. Se folosește în cazurile în care compasul nu se poate scoate de pe piesă, măsurarea efectuîndu-se la capătul opus. Pentru ca transmiterea dimensiunilor să fie exactă, lungimile l_1 și l_2 trebuie să fie egale.

Scanned with OKEN Scanner

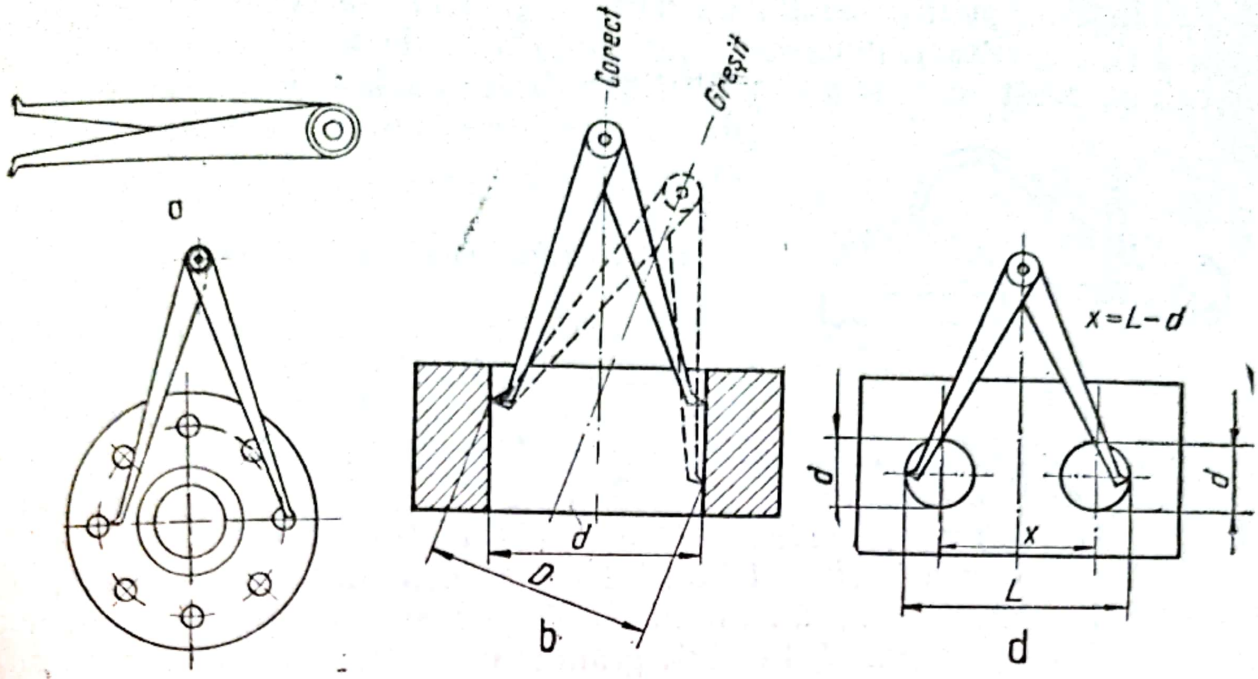


Fig. 4.15

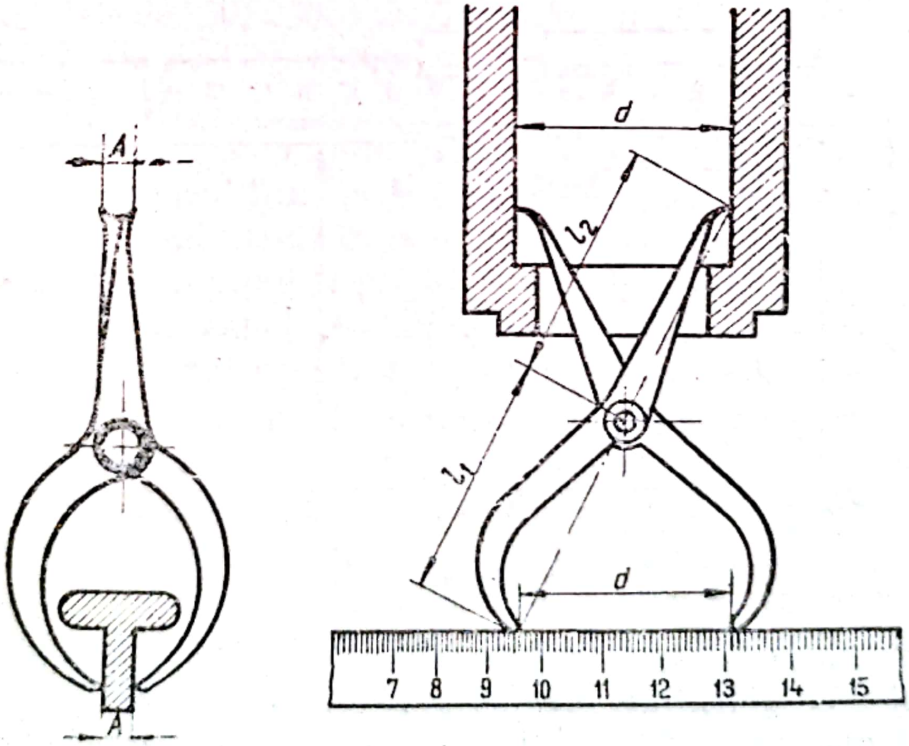


Fig. 4.16

Scanned with OKEN Scanner

Compasul pentru canale de pană (fig. 4.17) servește la verificarea exactității centrării unui canal de pană. Spre deosebire de compasul de grosime, acest compas are unul dintre brațe cu fața interioară complet plană, pentru a se aplica pe peretele canalului, iar celălalt braț curbat în afară.

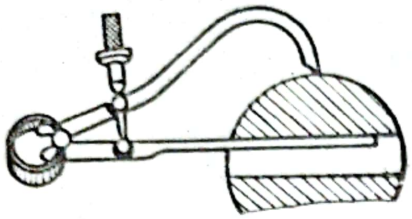


Fig. 4.17

4.2.5. *Instrumente cu cursor și vernier*

Șublerele sînt instrumente de măsurat pentru lungimi cu citire directă, a căror precizie este de obicei de 0,1; 0,05 sau 0,02 mm.

Principalele tipuri de șublere construite la noi în țară sînt: șublerele obișnuite cu două ciocuri (STAS 1373-55), șublerele de adîncime (STAS 3648-53) și șublerele de trasaj (STAS 6468-61).

Șublerul obișnuit (fig. 4.18 și 4.19) se compune dintr-o riglă, *1*, gradată în mm, prevăzută cu unul sau două ciocuri de măsurare, un cioc scurt *2* și un cioc lung *3*. Pe rigla gradată culisează cursorul *4*, prevăzut și el cu un cioc scurt *5* și unul lung *6*. Deschiderea cursorului, corespunzătoare feței gradate a riglei, are fețele *7* înclinate către scara gradată a

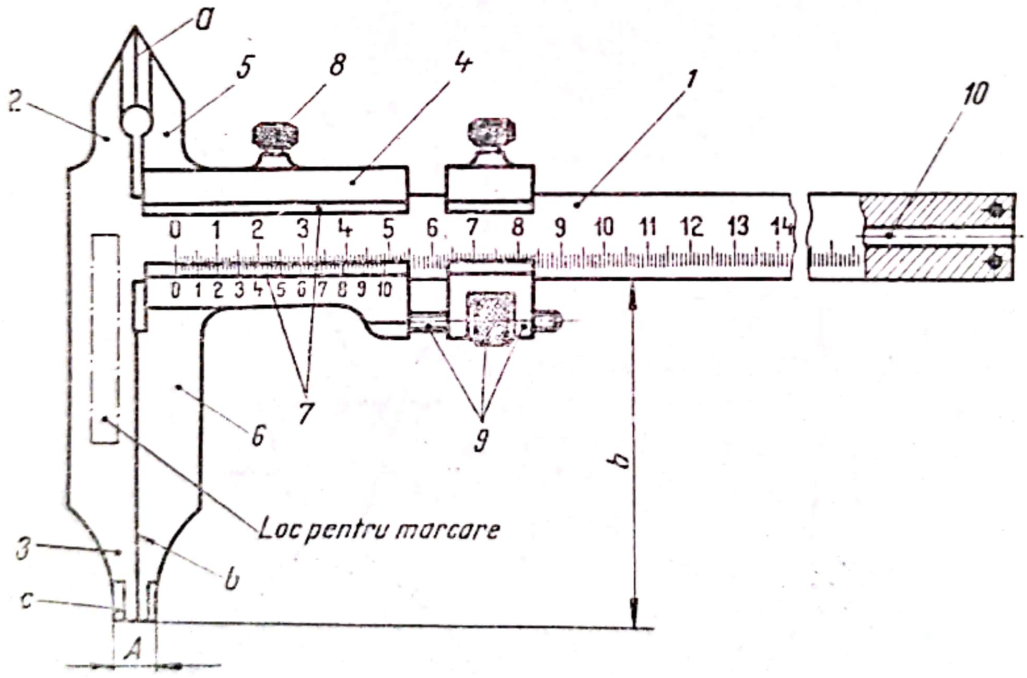


Fig. 4.18

riglei. Fața inferioară pe care sînt trasate reperele vernierului este plană și se termină cu o margine dreaptă și subțire cu grosimea uniformă.

Pentru măsurarea diametrelor exterioare sau a grosimilor se aduc fețele interioare ale ciocurilor în contact cu piesa, astfel încît să nu existe

Scanned with OKEN Scanner

joc între piesă și ciocuri; se strînge șurubul de fixare *8* al cursorului pentru a fixa brațul mobil pe riglă gradată, după care se efectuează citirea.

Diametrele interioare sau distanța între două suprafețe interioare se măsoară cu partea exterioară a ciocurilor (suprafețele de măsurare *c*

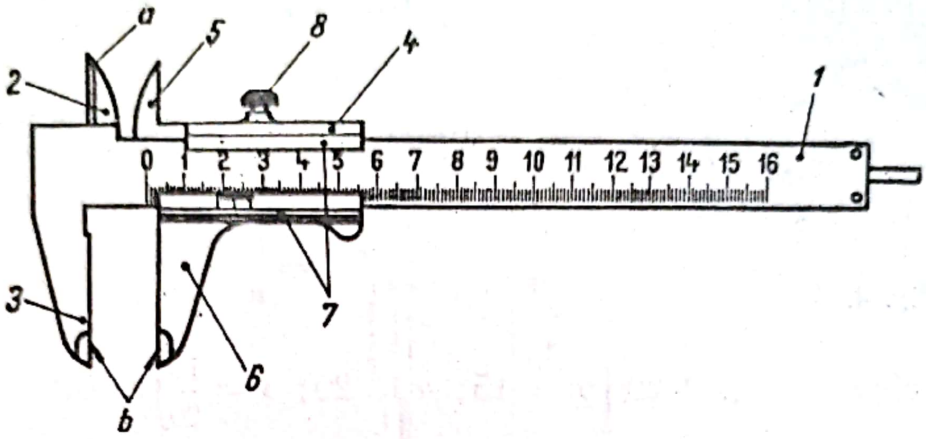


Fig. 4.19

din fig. 4.18 și *a* din fig. 4.19), adăugîndu-se la dimensiunea citită 10 mm la șublerele de 150, 200 și 300 mm, 20 mm la șublerele de 500 mm, 30 mm la șublerele de 600, 800 și 1 000 mm și 40 mm la șublerele de 1 500 mm.

Lungimile se măsoară cu ajutorul ciocurilor scurte *5* între suprafețele de măsurare *a*, procedeul fiind același. Șublerele cu precizia de 0,02 mm sînt prevăzute cu dispozitivul *9* de avans fin al cursorului (fig. 4.18), iar șublerele de 150 mm pot fi prevăzute cu tija de adîncime *10* care se poate deplasa într-un canal longitudinal prevăzut în partea din spate a riglei și al cărui capăt este fixat pe cursor.

Vernierul este o scară gradată ajutătoare care permite citirea fracțiunilor de diviziuni ale riglei gradate. Vernierul are *n* diviziuni egale (de obicei 10, 20, 50), corespunzînd la (*n*—1) mm de pe rigla șublerului.

Dimensiunea măsurată cu șublerul se citește pe scara gradată a riglei în dreptul diviziunii zero a vernierului. Dacă reperul zero al vernierului coincide cu unul dintre reperele riglei, atunci dimensiunea măsurată este egală cu numărul întreg de milimetri corespunzător acelui reper al riglei. În caz contrar, unul dintre reperele vernierului va coincide sau va fi foarte aproape de a coincide cu un reper al riglei. În acest caz dimensiunea măsurată se compune din numărul întreg de milimetri, corespunzător divi-

Scanned with OKEN Scanner

ziunii riglei aflată la stînga reperului zero al vernierului, la care se va adăoga porțiunea x (fig. 4.20). Pe figură se vede că diviziunea D ($p = 15$) a vernierului corespunde cu diviziunea B de pe riglă, deci:

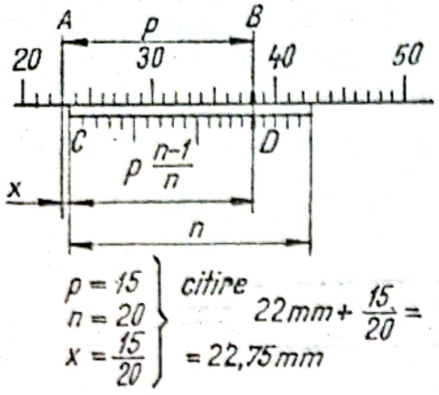


Fig. 4.20

$$AB = p \text{ [mm]};$$

$$CD = p\frac{n-1}{n} \text{ [mm]};$$

$$AB - CD = x = p - \frac{p(n-1)}{n} =$$

$$= \frac{p}{n} \text{ [mm]}.$$

Cu datele din fig. 4.20 $\left(p = 15;\ n = 20;\ x = \frac{15}{20}\right)$ rezultă dimensiunea măsurată:

$$22 + \frac{15}{20} = 22{,}75 \text{ mm}.$$

Șublerele construite la noi în țară au următoarele precizii (fig. 4.21): 0,1 mm (vernierul are 10 diviziuni egale corespunzînd la 9 mm de pe riglă; fig. 4.21, *a*); 0,05 mm (vernierul are 20 de diviziuni egale corespunzînd la 19 mm de pe riglă; fig. 4.21, *b*); 0,02 mm (vernierul are 50 de diviziuni egale, corespunzînd la 49 mm de pe riglă; fig. 4.21, *c*).

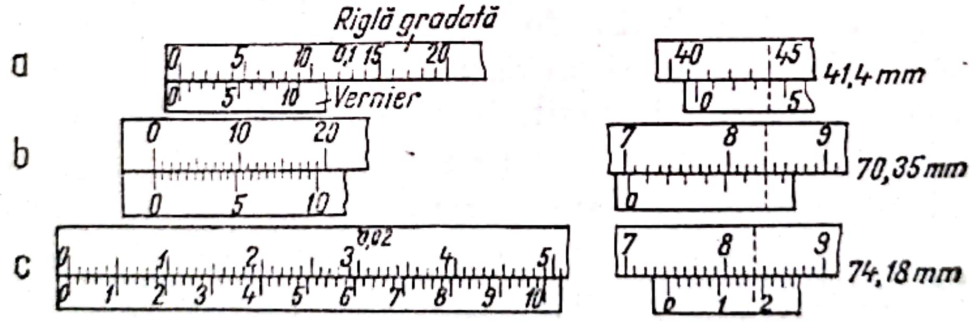


Fig. 4.21

În aceeași figură se arată exemple de citire cu ajutorul vernierului: în fig. 4.21, *a*: $41 + \frac{4}{10} = 41{,}4$ mm; în fig. 4.21, *b*: $70 + \frac{7}{20} = 70{,}35$ mm; în fig. 4.21, *c*: $74 + \frac{9}{50} = 74{,}18$ mm.

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 4.22 sînt arătate două tipuri de șublere cu ciocuri de formă specială pentru măsurarea grosimii profilurilor (fig. 4.22, *a*) și pentru măsurarea alezajelor (fig. 4.22, *b*).

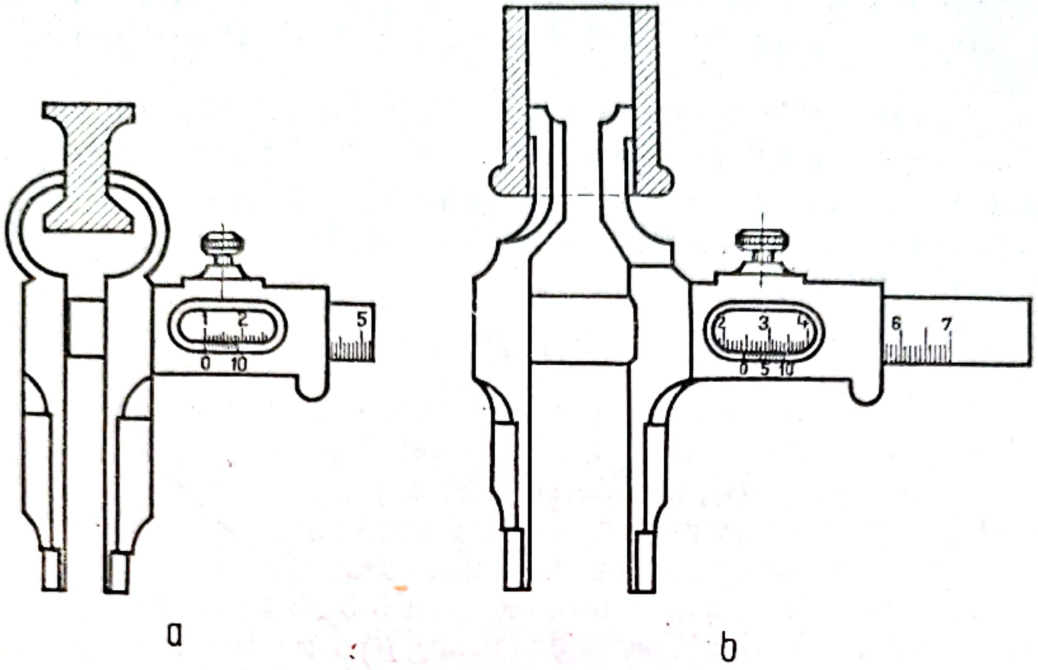


Fig. 4.22

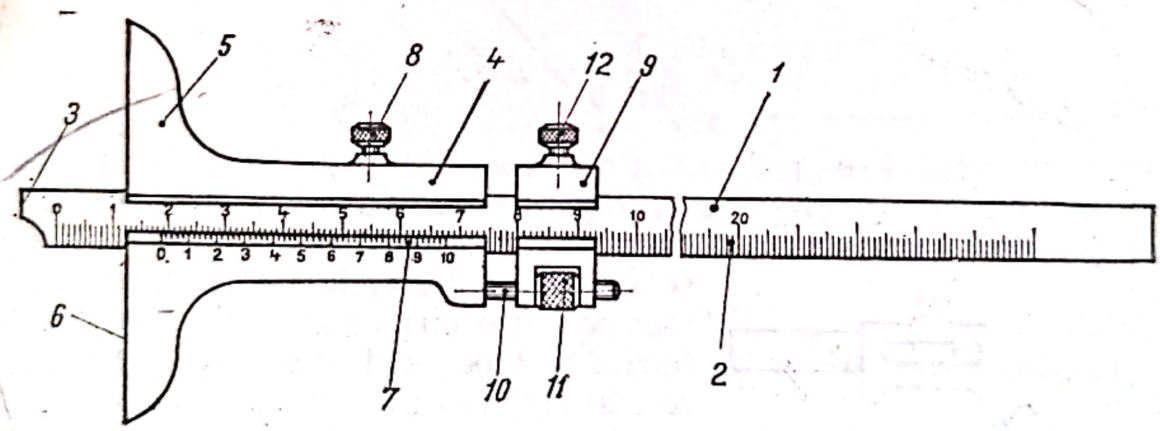


Fig. 4.23

Șublerul de adîncime (fig. 4.23) se compune din rigla *1* cu scara *2*, gradată în milimetri și avînd o suprafață de măsurare *3*. Această riglă poate aluneca în cursorul *4*, terminat cu talpa *5* prevăzută cu suprafața de măsurare *6* și cu vernierul *7*. Adîncimea care se măsoară este egală cu distanța dintre suprafața de măsurare a riglei gradate și aceea a cursorului. Pentru măsurare, se așază suprafața *6* a cursorului pe suprafața de la care începe adîncimea care se măsoară; apoi se împinge rigla gradată

Scanned with OKEN Scanner

astfel ca suprafața de măsurare *3* să ia contact cu suprafața la care se termină adîncimea (fundul găurii), după care se blochează cursorul cu șurubul *8*.

Unele șublere sînt prevăzute și cu un dispozitiv de avans fin compus din șurubul *10*, piulița *11* și șurubul de fixare *12* al dispozitivului de avans fin *9*.

În fig. 4.24 se arată măsurarea diametrelor mari cu șublerul. Se măsoară coarda BC cuprinsă între vîrfurile ciocurilor cînd rigla este tangentă la cilindru. Dacă se notează cu $\overline{EB}$ lungimea ciocului, care în acest caz este egală cu săgeata AH (distanța dintre punctul de tangentă A și coardă), se poate scrie relația:

$$\overline{BH}^2 = \overline{AH}\,(\overline{D} - \overline{AH}).$$

Dar

$$\overline{BH} = \frac{\overline{BC}}{2} \text{ și } \overline{AH} = \overline{EB},$$

deci

$$\frac{\overline{BC}^2}{4} = \overline{EB}\,(\overline{D} - \overline{EB}),$$

de unde

$$\overline{D} = \frac{\overline{BC}^2}{4\overline{EB}} + \overline{EB}.$$

Rigla șublerului se gradează în mod corespunzător, astfel încît indică direct diametrele. Precizia acestui șubler depinde în mod deosebit de starea perfectă a ciocurilor. Pentru efectuarea măsurărilor cu șublerele, se curăță suprafețele de măsurare prin ștergere cu o cîrpă moale, se slăbesc șuruburile de blocare și se verifică mersul corect al riglei cursorului de-a lungul riglei, se aduce zero al vernierului în coincidență cu zero al riglei, se strînge șurubul de blocare și se verifică fanta de lumină dintre suprafețele de măsurare ale riglei și cursorului. Se curăță bine partea care se măsoară, se aduc în contact ușor fețele pentru măsurare cu fețele de măsurat ale piesei, după care se observă poziția corectă a șublerului față de dimensiunea de măsurat, se blochează ușor cursorul prin strîngerea șurubului de blocare, se scoate după caz piesa sau șublerul și se face citirea.

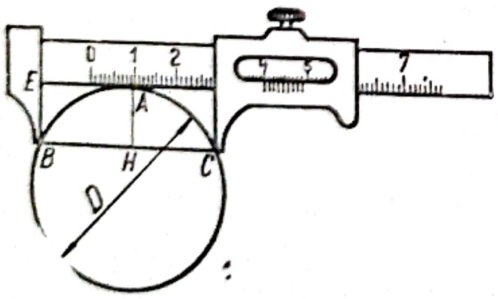


Fig. 4.24

4.2.6. *Instrumente cu șurub micrometric*

Instrumentele cu șurub micrometric, denumite și micrometre, se bazează pe folosirea unei asamblări cu filet, care transformă rotirea unui șurub cu pas fin într-o deplasare liniară.

Valoarea diviziunii micrometrului este de 0,01 mm și deci permite măsurări cu o precizie mai mare decît șublerul. După felul măsurărilor se deosebesc: micrometre de exterior, micrometre de interior, micrometre de adîncime etc.

Micrometrele se execută pentru domenii de măsurare limitate din 25 în 25 mm; astfel există micrometre care măsoară dimensiuni între 0 și 25 mm, între 25 și 50 mm, între 50 și 75 mm etc.

Micrometrele obișnuite de exterior (STAS 1374-55) se compun (fig. 4.25) dintr-o potcoavă *1*, pe care sînt fixate brațul cilindric *2*, gradat în milimetri de-a lungul unei linii și cu diviziuni de 0,5 mm de cealaltă parte a liniei, nicovala *3*, terminată cu o suprafață plană, care constituie una din suprafețe de măsurare. În interiorul brațului cilindric *2* se găsește șurubul micrometric care se prelungește cu tija *4*, terminată cu a doua față de măsurare. Șurubul micrometric este prevăzut cu filet metric avînd pasul de 0,5 mm. Solidar cu șurubul micrometric este tamburul *5*, prevăzut cu o scară gradată cu 50 de diviziuni. Întrucît la o rotire a tamburului șurubul micrometric se deplasează liniar cu 0,5 mm, rezultă că valoarea unei diviziuni pe tambur este de 0,01 mm. Un dis-

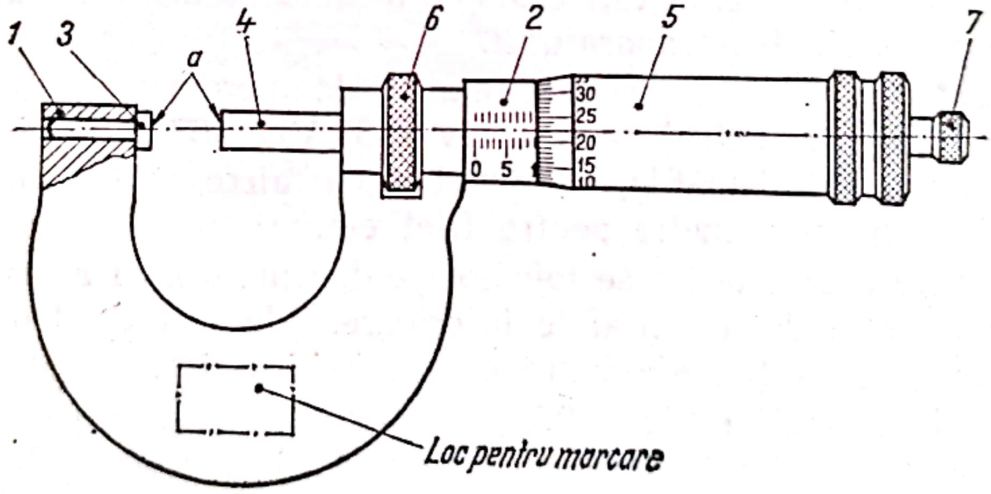


Fig. 4.25

pozitiv, *6*, servește pentru fixarea șurubului micrometric. Un alt dispozitiv, *7*, servește pentru limitarea apăsării fețelor de măsurare *a* de piesă, asigurînd o forță de măsurare constantă. Rotind dispozitivul *7*, se rotește și șurubul micrometric. Dacă apăsarea pe piesă atinge o anumită valoare (7 N), șurubul micrometric nu se mai rotește, chiar dacă se continuă

Scanned with OKEN Scanner

rotirea dispozitivului 7. Pentru măsurare, se introduce piesa între cele două suprafețe de măsurare, sprijinind-o pe nicovală. Se rotește șurubul micrometric pînă cînd suprafața de măsurare a tijei șurubului micrometric ia contact cu piesa, după care se continuă cu rotirea dispozitivului 7 de limitare a apăsării; apoi se citește indicația aparatului (fig. 4.26), și anume: numărul de milimetri întregi și de jumătăți de milimetru se citesc pe brațul cilindric, sutimile de milimetru se citesc pe tambur, la reperul care se găsește în dreptul liniei longitudinale de pe brațul cilindric.

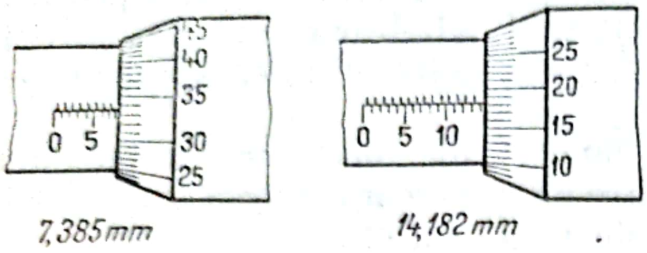


Fig. 4.26

Pentru efectuarea unei măsurări cu micrometrul de exterior se curăță bine suprafețele de măsurare cu o cîrpă moale și se verifică aparatul la indicația zero. La micrometrele de 0—25 mm, verificarea se face aducînd în contact suprafețele *a*, prin acționarea dispozitivului pentru limitarea apăsării. Pentru această poziție marginea inelară a tamburului cilindric trebuie să coincidă cu reperul zero al brațului cilindric, iar reperul zero al tamburului să aibă o abatere mai mică decît o diviziune, față de linia longitudinală a brațului cilindric paralelă cu axul său.

Micrometrele cu limitele de măsurare $L = 50 \ldots 500$ mm se verifică la poziția zero cu ajutorul unei cale cilindrice cu fețe de măsurare plane sau sferice, a cărei lungime este egală cu limita inferioară de măsurare și care face parte din trusa aparatului.

Tot pentru măsurări exterioare, în afară de micrometrele obișnuite se mai folosesc: micrometrul pentru țevi (STAS 6467-61), micrometrul pentru tablă (STAS 6466-61), micrometrul cu talere pentru roți dințate (STAS 6519-62), micrometre pentru filet etc.

Micrometrele de interior se folosesc pentru măsurarea alezajelor sau a distanței dintre două suprafețe interioare. Ele sînt de două tipuri: micrometre cu fălci și micrometre vergea de interior.

Micrometrul cu fălci (fig. 4.27) se compune din: brațul cilindric *1*, care are gravată pe una din generatoarele sale o linie formînd baza scării gradate, tamburul *2* cu șurub micrometric, avînd pe partea conică 50 de repere, fălcile de măsurare *3*, dispozitivul pentru limitarea apăsării *4* și dispozitivul de blocare *5*. Măsurarea dimensiunilor interioare se face prin deplasarea fălcii mobile cu ajutorul șurubului micrometric, pînă cînd suprafețele de măsurare ale fălcilor ating pereții piesei. Tamburul gradat este numerotat invers decît la micrometrul de exterior. Domeniul de măsurare al acestor micrometre este de 5—30 mm.

Scanned with OKEN Scanner

Micrometrul vergea de interior se folosește la măsurarea alezajelor. El se compune dintr-o vergea care are două părți terminate cu capete de măsurare sferice; una din părți constituie șurubul micrometric, iar cealaltă piulița unei asamblări mobile cu filet. Prin rotire, ele se deplasează astfel încît distanța dintre capetele de măsurare determină dimen-

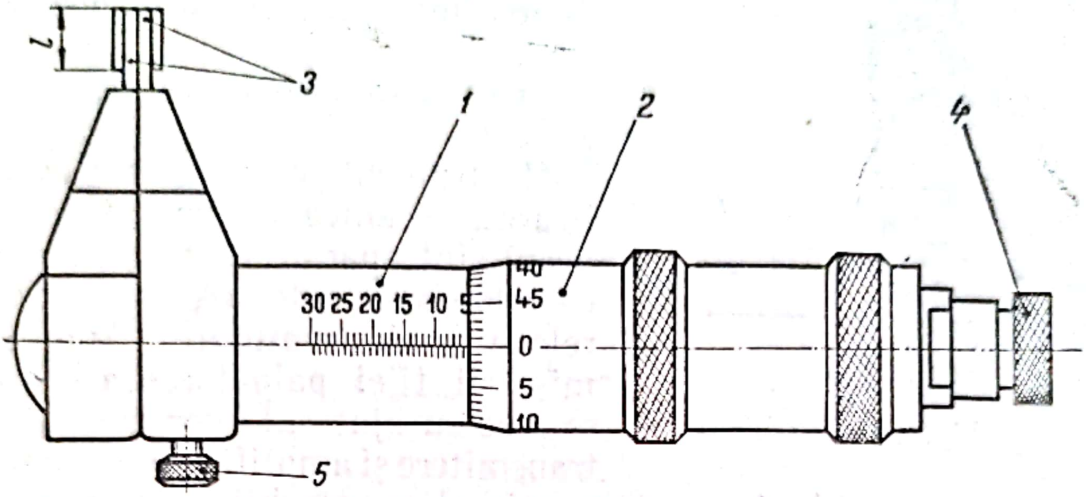


Fig. 4.27

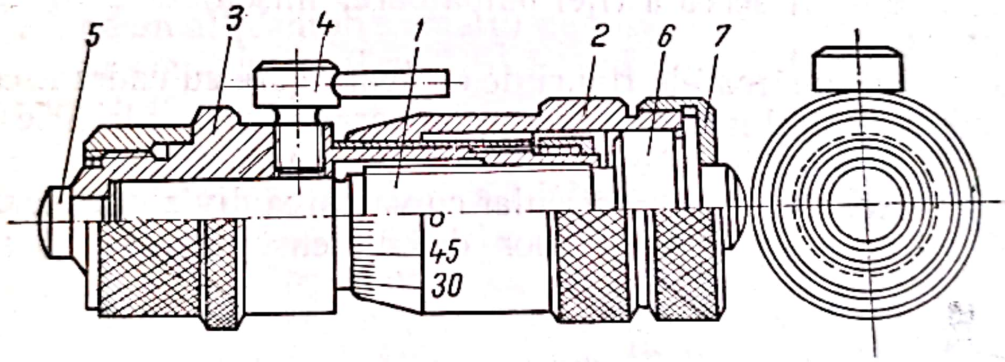


Fig. 4.28

siunea interioară care se măsoară. Subansamblul *1* (fig. 4.28) este prevăzut cu tamburul *2*, iar subansamblul bucșei *3* cu dispozitivul de fixare *4* și capul pentru măsurare *5*. Pe partea cilindrică *6* a șurubului micrometric este fixat tamburul care se asamblează cu șurubul prin strîngerea piuliței *7*. Cursa maximă este de 13 mm (50—63 mm). Pentru a mări domeniul lor de măsurare, micrometrele vergea de interior pot fi prevăzute cu prelungitoare cu lungimi diferite. Limita maximă de măsurare poate ajunge la 1 500 mm.

Micrometrul de adîncime (fig. 4.29) are construcția asemănătoare cu aceea a șublerului de adîncime. În mod obișnuit domeniul de măsurare este de 0—25 mm. Pentru a mări acest domeniu, micrometrele de adîncime

se fac cu tije mobile sau cu prelungitoare care se asamblează la șurubul micrometric. Aceste tije diferă între ele cu 25 mm (25, 50, 75 și 100 mm). Măsurarea se face între suprafața plană lepuită (lustruită) a tălpii de măsurare *1* și suprafața plană a șurubului micrometric *3*. Pe bucșa *2* este gravată scara gradată. Reglarea la dimensiune se face cu dispozitivul *4*.

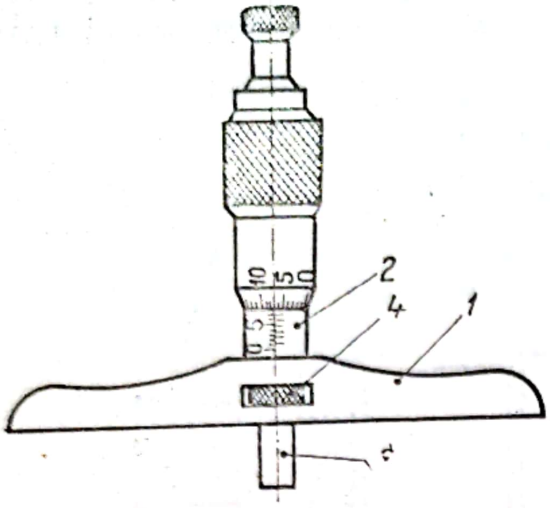


Fig. 4.29

4.3.7. *Instrumente cu amplificare mecanică*

Instrumentele de măsurat cu amplificare mecanică (comparatoare cu cadran) sînt aparate de măsurat lungimi care folosesc metoda comparativă (sau relativă) de măsurare. Amplificarea mișcării tijei palpatoare a aparatului se face cu ajutorul unor mecanisme de transmitere și amplificare, cu angrenaje, cu pîrghii sau, combinat, cu angrenaje și cu pîrghii. Mișcarea tijei se amplifică și se transmite unui ac indicator care capătă astfel o mișcare mult mai mare decît aceea a tijei palpatoare, mișcîndu-se în fața unui cadran gradat.

Se deosebesc următoarele tipuri de comparatoare cu cadran: comparatoare cu cadran de 0,01 mm obișnuite, comparatoare cu cadran de 0,01 mm speciale și comparatoare cu cadran de 0,001 mm.

La comparatorul cu cadran circular cu valoarea diviziunii de 0,01 mm (fig. 4.30), transmiterea variațiilor de dimensiuni la acul indicator

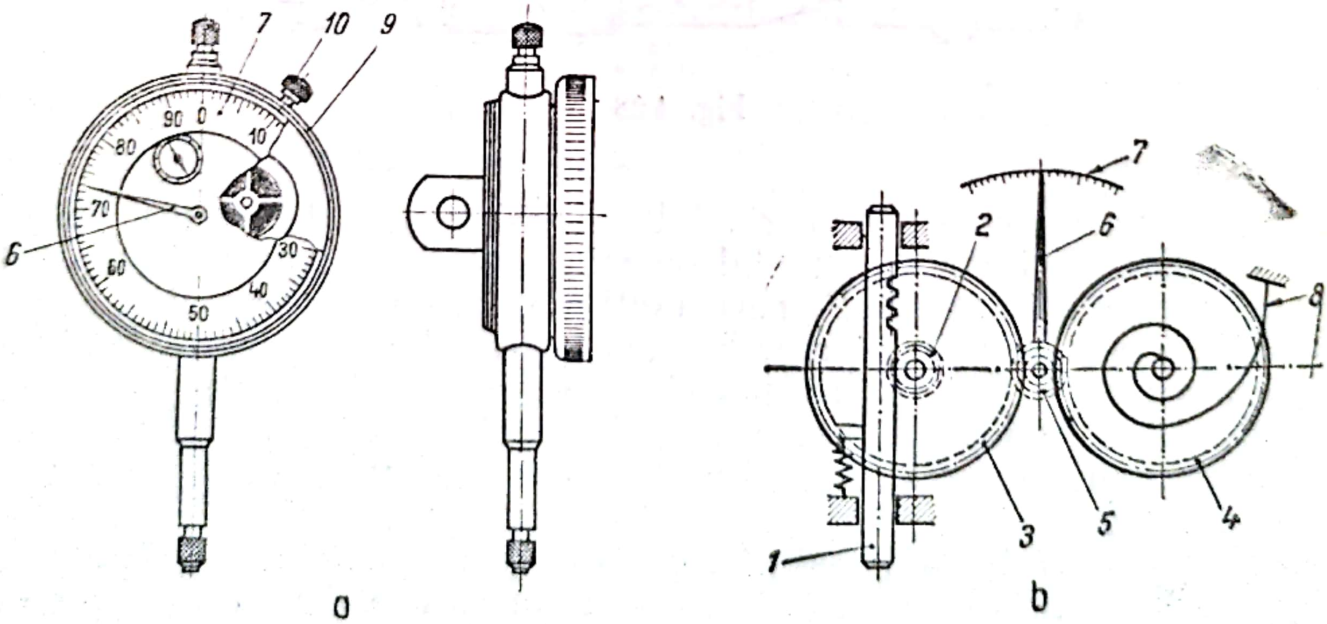


Fig. 4.30

se realizează prin intermediul cremalierei *1* și al roții dințate 2 (fig. 4.30, *b*), solidară cu roata dințată *3* care angrenează cu roata dințată *5* solidară cu acul indicator *6*, care se mișcă în fața scării gradate *7*. Roata dințată *4* solidară cu arcul *8* servește numai la anularea jocului în punctele de angrenare, care ar produce erori de indicație. Unele com-

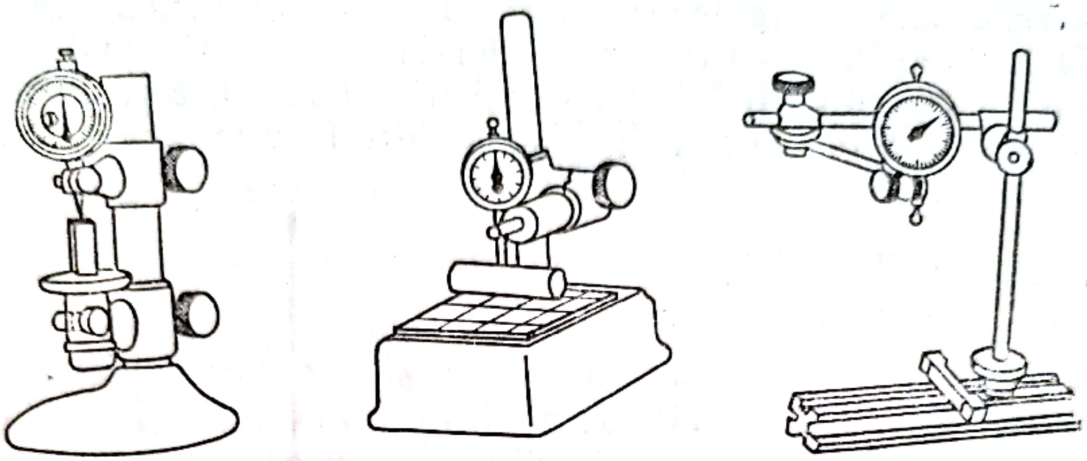


Fig. 4.31

paratoare mai au, pe lîngă acul indicator mare *6*, și un ac indicator mic, care indică pe un alt cadran numărul de rotații ale acului indicator mare. Măsurarea cu comparatorul se face fixînd aparatul cu brațul de fixare într-un suport (fig. 4.31).

După fixarea comparatorului în suport se verifică buna lui funcționare, prin ridicarea și coborîrea ușoară a tijei palpatoare cu ajutorul butonului pentru ridicarea tijei; se fixează înălțimea de așezare a aparatului prin întrebuințarea unui bloc de cale cu dimensiunea egală cu dimensiunea nominală a piesei de măsurat și, o dată fixat aparatul la înălțimea convenabilă pe suport, astfel încît cursa totală a tijei să fie împărțită în părți aproximativ egale prin blocul de cale, se ridică tija, fără a se ajunge la capătul de cursă, se introduce blocul sub vîrful tijei și se lasă tija să atingă ușor cu vîrful blocul de cale, verificîndu-se din nou prin ridicări repetate mersul normal al tijei. În această situație se reglează reperul zero de pe cadranul mare (vezi fig. 4.30) în dreptul acului indicator *6* prin rotirea cadranului *7* cu ajutorul cadranului zimțat *9*, și se fixează cu șurubul *10*, după care se execută măsurarea, urmărindu-se pe cadran variațiile dimensiunii.

Comparatoarele cu cadran se execută pentru limite de măsurare de 0—2 mm; 0—3 mm; 0—5 mm și 0—10 mm. Scara gradată are 100 de diviziuni. O rotație a acului indicator corespunde unei deplasări de 1 mm a tijei palpatoare. Comparatoarele cu cadran se pot folosi, cu ajutorul

I. U. P. S. R.
№ 269
BIBL. TEHN. A

unor dispozitive, în diferite scopuri ca: verificarea paralelismului dintre două axe sau dintre două suprafețe, determinarea bătăii axelor, măsurarea alezajelor etc.

4.2.8. *Instrumente cu pîrghie mecanică*

Instrumentele cu pîrghie mecanică, denumite și minimetre, se bazează pe folosirea de pîrghii cu reazeme în formă de cuțit. Cel mai răspîndit este minimetrul cu cuțit inferior mobil (fig. 4.32, *a*), care se compune din brațul de fixare *1*, tija palpatoare *2*, vîrful de măsurare, sferic sau

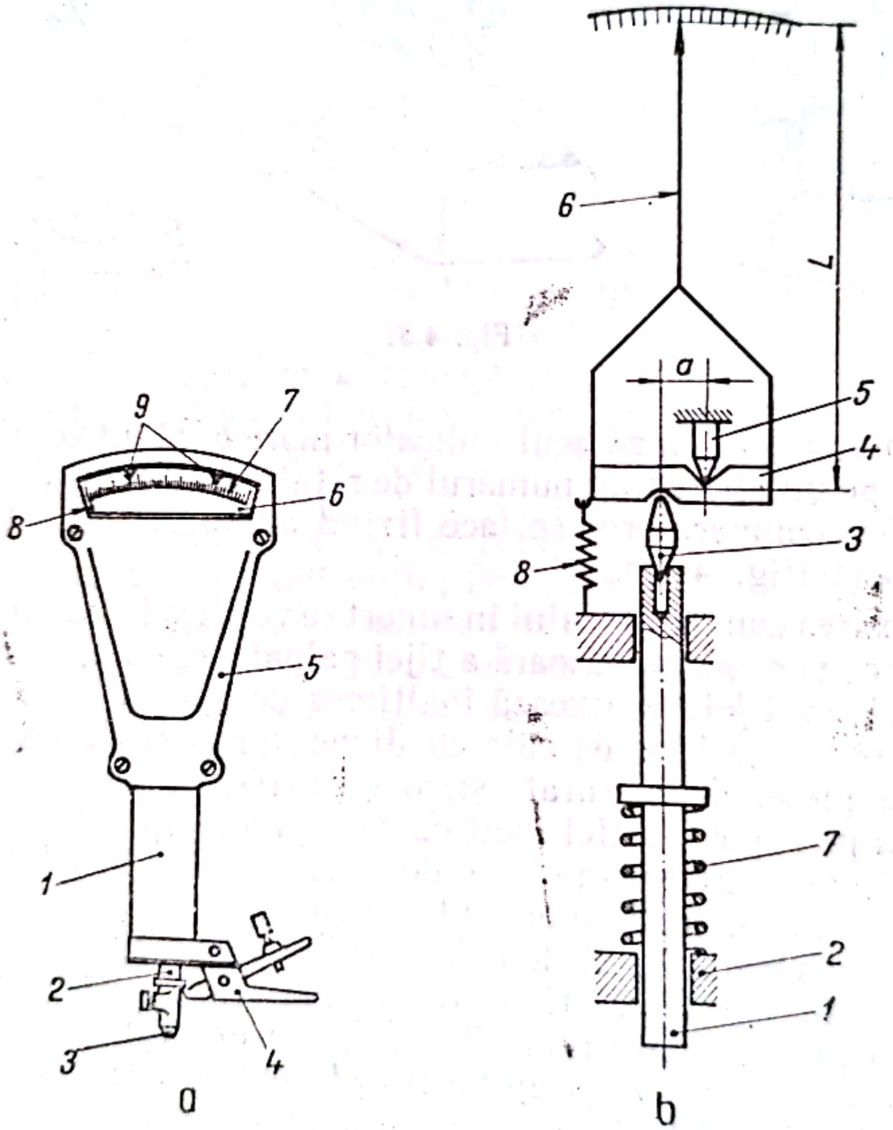


Fig. 4.32

plan *3*, pîrghia de acționare *4*, carcasa *5*, cadranul *6* cu scara gradată *7*, acul indicator *8* și indicii de toleranță *9*.

Mecanismul de transmitere și amplificare, montat în interiorul brațului și al carcasei, este reprezentat în fig. 4,32, *b* și se compune din:

tija palpatoare *1* care, datorită abaterilor piesei de măsurat, se deplasează liniar, între ghidajele *2*, acționînd asupra prismei *4*, prin intermediul cuțitului inferior *3*. Prisma *4* se rotește în jurul tăișului cuțitului superior *5*, împreună cu acul indicator *6*. Arcul elicoidal *7* asigură contactul permanent între pîrghie și vîrful superior al cuțitului mobil. Arcul *8* produce forța de măsurare. Raportul de amplificare este egal cu raportul brațelor.

De obicei lungimea L este de 100 mm, iar distanța a, dintre cele două cuțite se ia 0,1; 0,2; 0,5 sau 1 mm; deci raportul de amplificare este $\frac{100}{0,1} = 1\,000$ și respectiv 500, 200 și 100, iar valoarea diviziunii $\frac{1}{1\,000}$ mm $= 0,001$ mm $= 1$ μm și respectiv 2 μm, 5 μm și 10 μm. Măsurarea se face ca și cu comparatorul. Cu ajutorul unui bloc de cale, a cărui dimensiune este egală cu cea indicată pe desen pentru cota de măsurat, se reglează minimetrul în poziția zero. Se scot apoi calele și se introduce piesa de măsurat, plimbîndu-se sub palpator, pentru a se citi abaterea maximă sau minimă pe scara gradată.

4.3. *Instrumente de măsurat unghiuri și conicități*

În operațiile de trasare este necesar să se măsoare adesea unghiurile și conicitățile indicate pe desene. În acest scop se folosesc echere, cale unghiulare, raportoare, rigle de sinus etc.

4.3.1. *Echere*

Pentru trasarea și controlul unghiurilor, precum și la așezarea pieselor pe masă se folosesc echere reglabile sau fixe (de obicei de 30°, 45°, 60°, 90°, 120°). Tipurile, dimensiunile, toleranțele și condițiile tehnice ale echerelor de 90° pentru trasaj sînt date în STAS 2050-51.

Echerele simple de control (fig. 4. 33, *a*) se folosesc pentru verificarea perpendicularității a două linii sau a două suprafețe. Ele au formă de L sau T și sînt simple sau cu talpă pentru o mai bună așezare pe masa de lucru. Echerele se execută și pentru unghiuri diferite de 90°, și anume: 30, 45, 60, 120 și 135°.

Controlul echerului se face așezîndu-l în poziție de trasare și însemnînd o linie după care se rotește cu 180° și se înseamnă cu altă linie pornind din același punct; dacă cele două linii coincid, echerul este corect. Echerele cu talpă se pot folosi și la controlul planității unor suprafețe.

Scanned with OKEN Scanner

Echerul cu braț mobil (fig. 4.33, *b*) este folosit pentru controlul unghiului format între două suprafețe plane. El se compune din două rigle drepte, articulate între ele cu ajutorul unui șurub. Pentru controlul unghiului, cele două rigle ale echerului se aplică pe fețele de măsurat; se

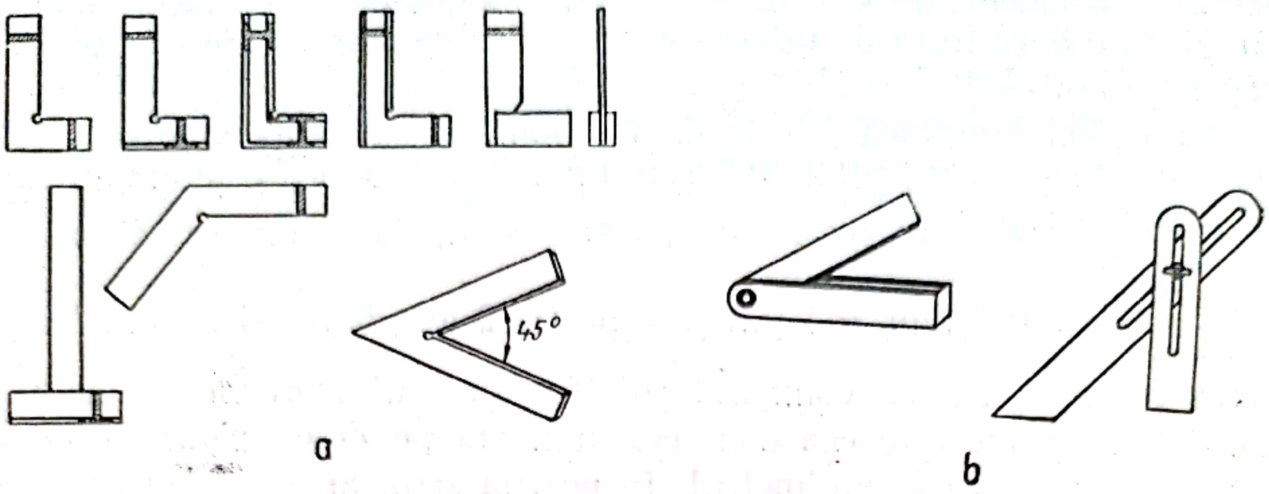


Fig. 4.33

fixează apoi cu șurubul, se scoate echerul de pe placă și cu un raportor se măsoară unghiul cuprins între rigle.

4.3.2. *Cale unghiulare*

Calele unghiulare sînt plăci plan-paralele de oțel tratat avînd forma unor prisme triunghiulare cu un singur unghi activ (fig. 4.34, *a*) sau patrulatere cu patru unghiuri active (fig. 4.34, *b*), cu grosimea de 5 mm și lungimea suprafețelor de măsurare de 70 mm. Suprafețele lor de lucru, adică suprafețele laterale corespunzătoare unghiurilor active sînt prelucrate fin, astfel încît să poată adera una de cealaltă cînd sînt puse în contact pentru alcătuirea blocului, care cuprinde 2 sau 3 bucăți.

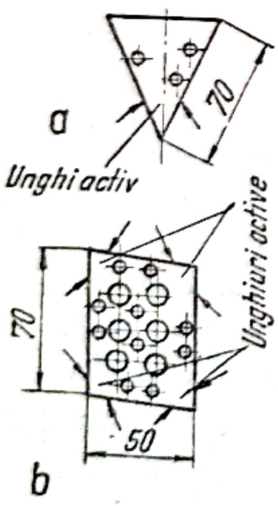


Fig. 4.34

Pentru măsurare, calele unghiulare se fixează în suporturile speciale *1* cu ajutorul unor cepuri conice *2* păstrate într-o trusă cu accesorii (fig. 4.35) care mai cuprinde șurubelnița *3* și rigla *4* cu muchie activă pentru trasare.

Asamblarea calelor unghiulare *3* (fig. 4.36, *a* și *b*) în blocuri se face folosind suporturile speciale *1* în care calele se fixează cu ajutorul cepurilor conice *2* și al șuruburilor *4*. Pentru unghiurile obtuze suplimentare α (fig. 4.36, *c*), se folosește o latură a calei triunghiulare și muchia activă a riglei de trasare *3*.

Raportorul este cel mai simplu instrument pentru măsurarea unghiurilor. Cele mai utilizate sînt: raportorul cu riglă mobilă și raportorul optic.

Raportorul cu riglă mobilă (fig. 4.37, *a*) este compus din semicercul cu talpă *1* divizat în 180 de părți egale și rigla mobilă *2*, care se rotește

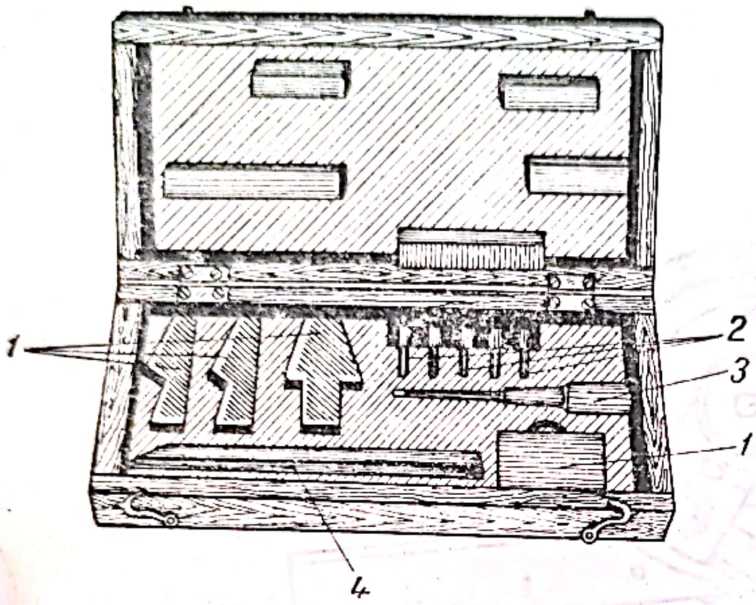


Fig. 4.35

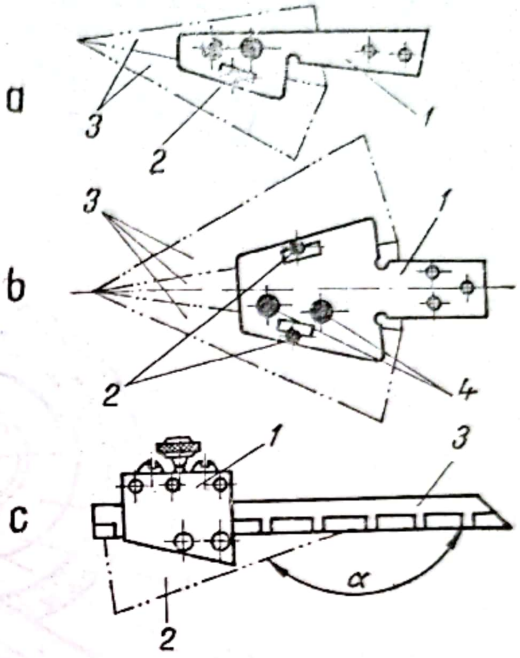
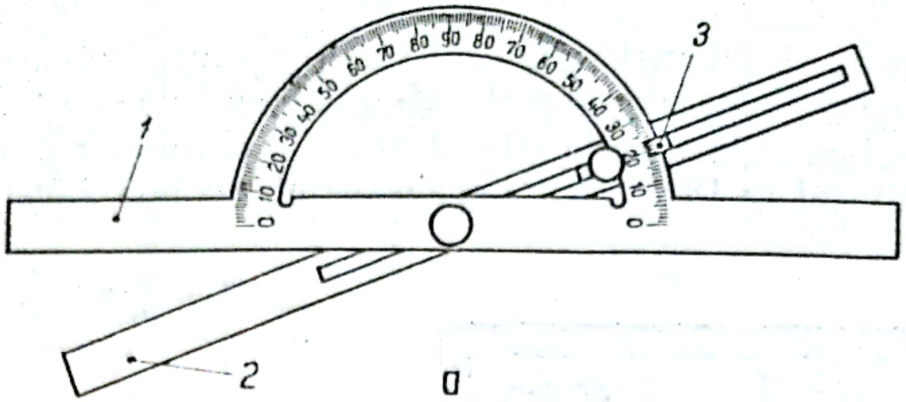


Fig. 4.36

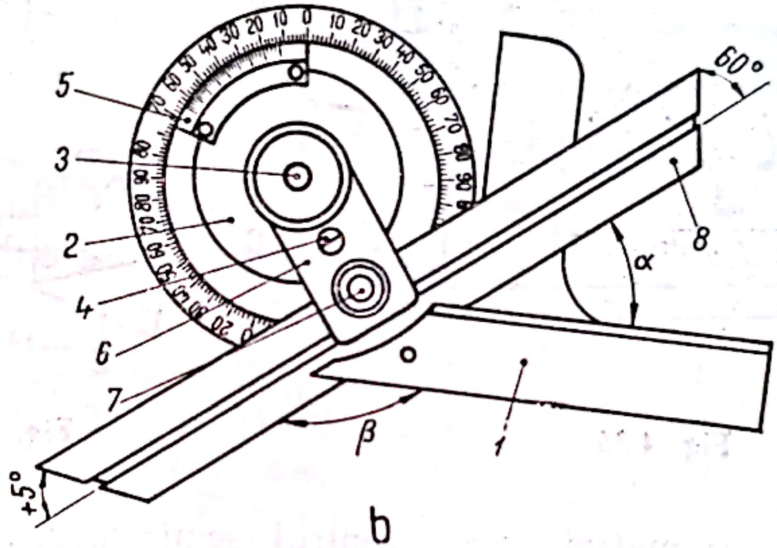
în jurul axului ce materializează centrul semicercului. Pentru măsurarea unui unghi în plan, se așază raportorul astfel încît muchiile brațelor sale să se aplice pe laturile unghiului, iar mărimea unghiului, în grade, se citește în dreptul indicelui *3*.

Raportorul universal (fig. 4.37, *b*) prevăzut cu vernier are o precizie mai mare (5′). El se compune din corpul propriu-zis care constă dintr-un disc circular divizat în 360° cu indicarea diviziunilor din 10 în 10 grade, de la 0 la 90° pentru fiecare din cele patru cadrane; discul gradat face corp comun cu o riglă de bază (talpa) *1*, prevăzută cu o muchie longitudinală teșită; discul *2* este așezat astfel ca să se poată roti în jurul axului *3* și fixa în orice poziție cu piulița *4*. Discul este prevăzut cu o plăcuță cu vernier circular *5*, divizată în 12 părți egale avînd indicațiile 60′, 45′, 30′, 15′, 0, 15′, 30′ 45′, 60′. Raportorul mai cuprinde plăcuța suport 6 solidară cu discul *2* pe care poate fi fixată, cu ajutorul șurubului *7*, una din cele două rigle mobile *8* ale raportorului (una cu lungimea de 300, iar cealaltă de 200 mm). Riglele *8* interschimbabile sînt prevăzute cu canal longitudinal de ghidare pentru culisare și au

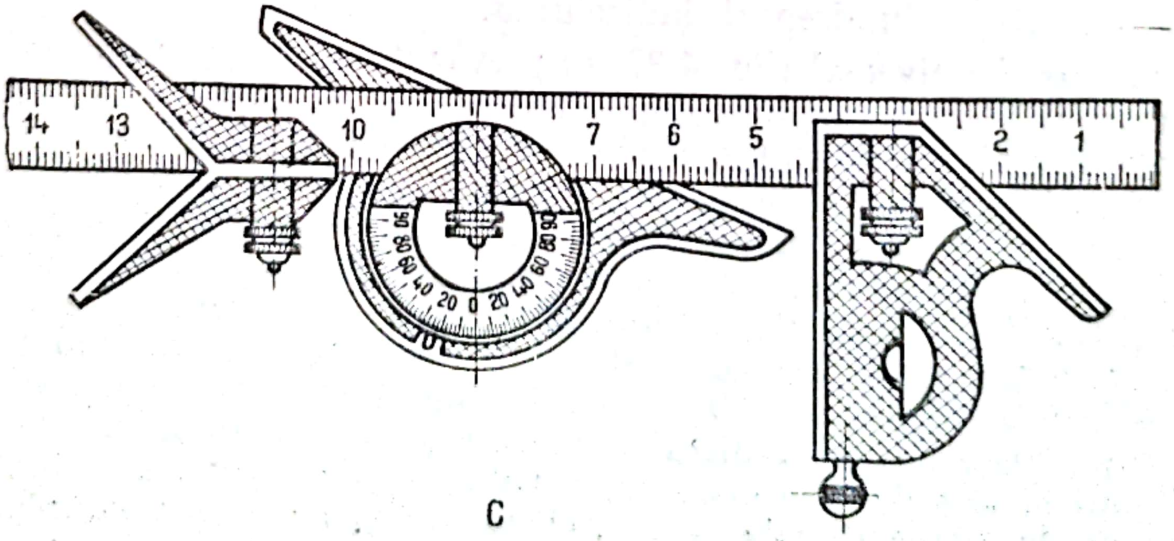
Scanned with OKEN Scanner



a

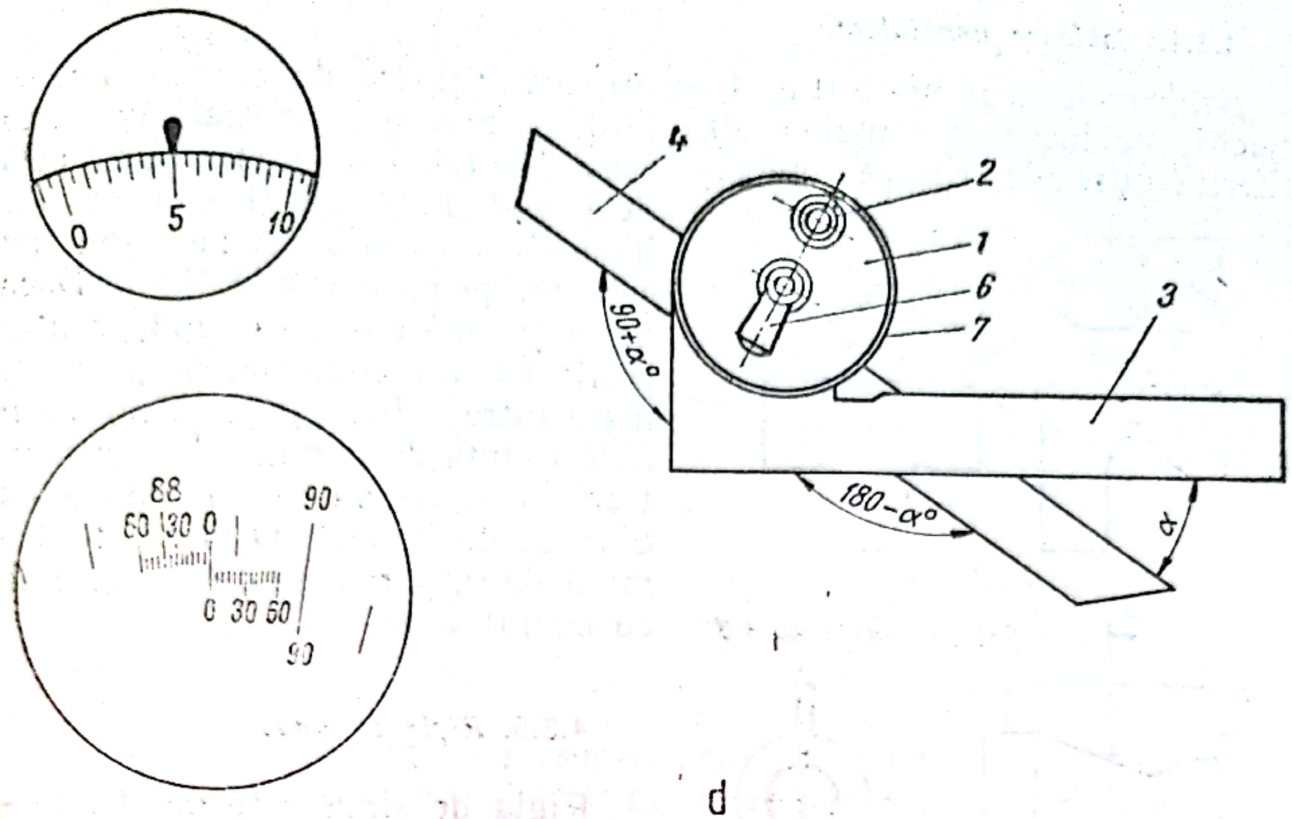


b



c

Fig. 4.37



d

Fig. 4.37

capetele frontale înclinate la 45°, și respectiv 60°, față de axa longitudinală. Fiecare diviziune a raportorului fiind egală cu un grad, rezultă că precizia vernierului este $\frac{1°}{12} = \frac{60'}{12} = 5'$ (cinci minute sexagesimale). Cu vernierul așezat într-o poziție oarecare se pot măsura două unghiuri: cel ascuțit α sau suplimentul lui obtuz β.

Unele raportoare universale (fig. 4.37, *c*) sînt prevăzute cu un echer și cu o prismă care servește ca echer de centrare pentru determinarea centrelor arborilor.

Raportorul optic (fig. 4.37, *d*) este format dintr-un corp, fixat rigid de rigla *3* și rigla mobilă *4*, care se poate deplasa în direcție longitudinală și fixa în poziția necesară, cu ajutorul mînerului *6*. Rigla mobilă este solidară cu discul *1*, pe care se găsește lupa *2*. În corpul *1* este fixat un disc din sticlă, cu scara divizată în grade și minute. Sub lupă, paralel cu discul de sticlă, este așezată o mică lamă de sticlă, pe care este gravat un indice, vizibil prin ocularul lunetei.

În timpul rotirii riglei *4*, într-un sens sau în sens contrar, se vor roti în același sens discul *5* cu lupa *2*. Pentru o anumită valoare a unghiului dintre rigla rigidă și rigla mobilă, corespunde o poziție determinată a discului *5* și a lupei *2*. În această poziție pot fi fixate cu ajutorul inelului striat *7* de strîngere. Citirea se face cu lupa *2*.

Scanned with OKEN Scanner

4.3.4. *Şabloane unghiulare*

Şabloanele unghiulare (fig. 4.38, *a*) sînt mijloace de control, a căror muchie de lucru se compune din linii drepte care formează unghiuri diferite între ele. Ele se confecţionează din tablă de oţel cu grosimea de 0,5—6 mm. Verificarea cu şabloanele unghiulare se face aplicînd şablonul pe piesă (fig. 4.38, *b*). Dacă piesa şi şablonul corespund, contururile lor vor coincide, şi prin urmare între şablon şi piesă nu va fi nici o fantă de lumină. În caz contrar, între ele va exista totdeauna o fantă de lumină. O fantă de lumină de 0,01 mm se descoperă uşor cu ochiul liber.

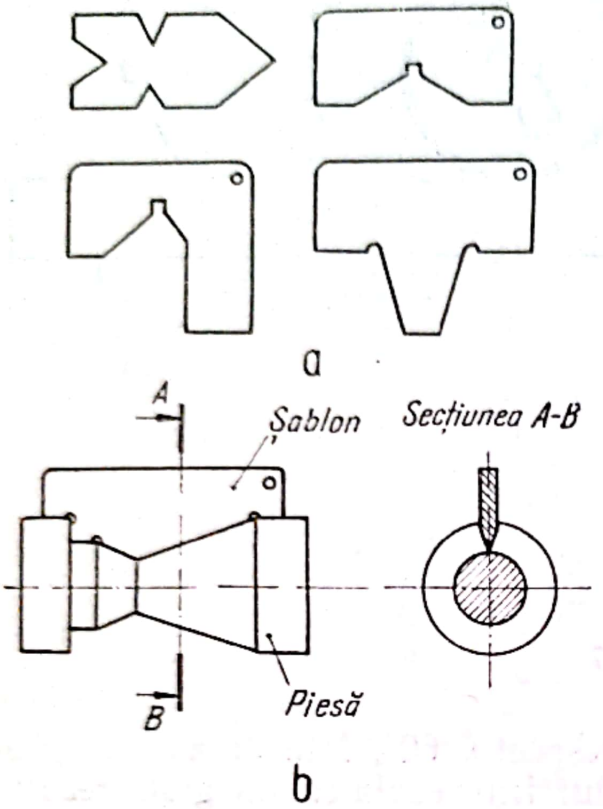


Fig. 4.38

4.3.5. *Rigla de sinus*

Rigla de sinus este un dispozitiv folosit la verificarea înclinării suprafeţelor conice. Ea este formată dintr-o bară de oţel *2* (fig. 4.39, *a*) cu feţe plane prelucrate şi rectificate cu precizie, pe care sînt fixate două role cilindrice *3*, cu diametrul egal, la distanţa *L* riguros determinată. Axele rolelor trebuie să fie paralele cu suprafaţa riglei. Piesa a cărei înclinare trebuie măsurată se fixează între două vîrfuri, astfel încît faţa ei superioară să fie paralelă cu masa de lucru. Paralelismul se verifică

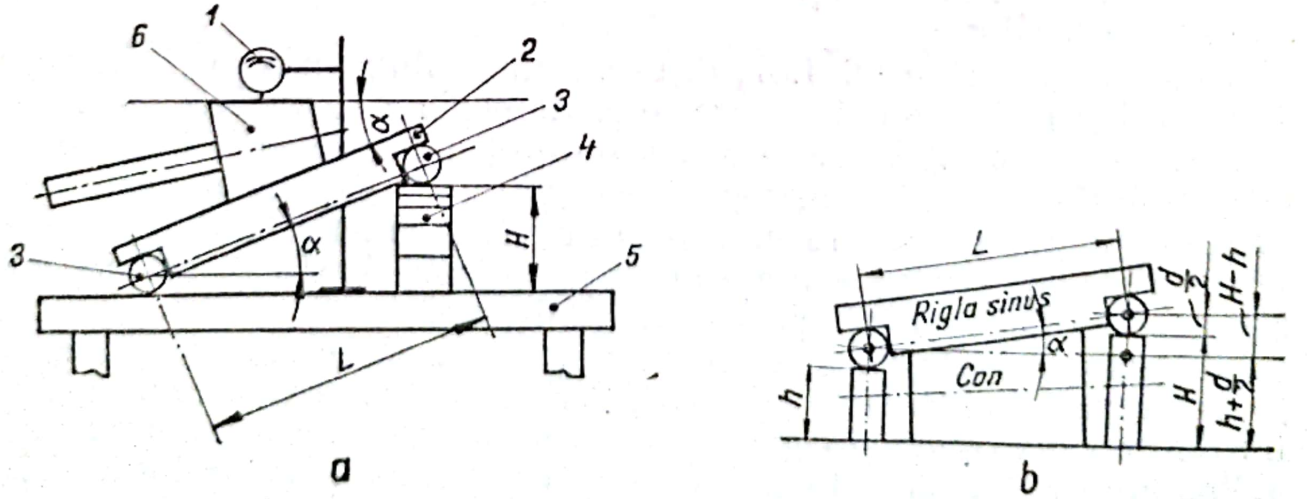


Fig. 4.39

cu comparatorul *1*. Se aduce piesa *6* sub rigla de sinus *2*, care se sprijină cu un capăt direct pe masa de trasare *5*, iar cu celălalt pe calele plan-paralele *4*; se introduc atîtea cale, pînă cînd fața inferioară este în contact pe toată lungimea cu rigla. Se verifică din nou paralelismul dintre fața superioară și masa de trasare cu ajutorul comparatorului. Pentru determinarea unghiului α, se calculează întîi sin α, care este $\sin\alpha = \frac{H}{L}$, iar din tabelele de funcții trigonometrice se află valoarea unghiului α, deoarece H și L sînt cunoscute. De obicei riglele se fac cu distanțe L egală cu 100 sau 200 mm. Dacă piesa se așază ca în fig. 4.39, *b*, atunci

$$\sin\alpha = \frac{H-h}{L}.$$

Pe același principiu se construiesc riglele de tangentă.

4.3.6. *Raportorul de sinus*

Este un instrument de măsurat, prin metoda trigonometrică, a unghiurilor cuprinse între 0 și 180° ale diferitelor calibre, scule sau piese de mașini prin rotirea cu 0—45° a unei rigle.

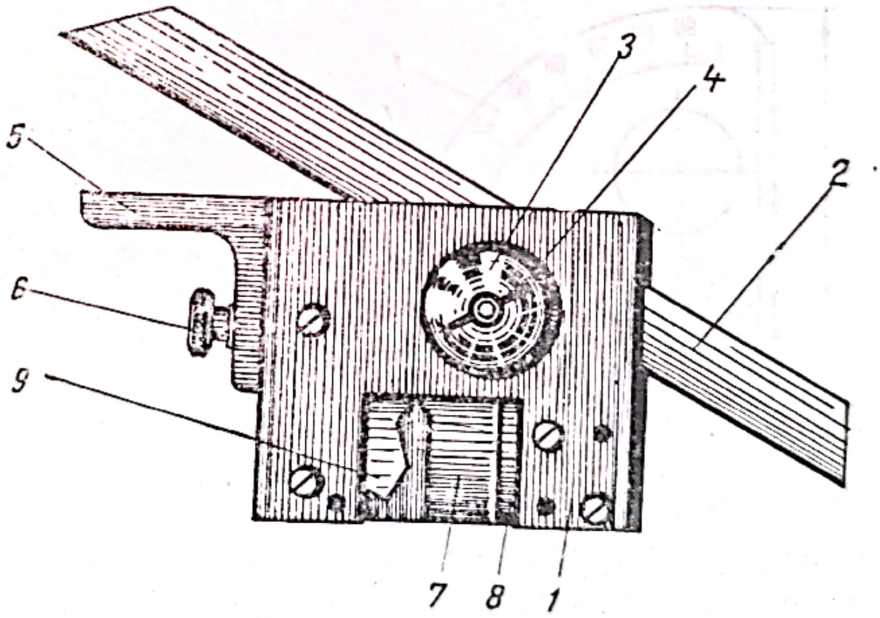


Fig. 4.40

În crestătura din partea superioară a corpului *1* (fig. 4.40) se poate roti și fixa, în orice poziție între 0 și 45°, rigla *2*, similară riglei unui raportor mecanic. Fixarea în poziția dorită se face după rotirea sau culisarea riglei, prin strîngerea piuliței *3* și a piuliței fluture *4*. Pentru măsurarea unghiurilor mici ale pieselor, echerul alunecător *5* se fixează

Scanned with OKEN Scanner

pe latura din stînga a corpului cu ajutorul șurubului *6*. Porțiunile în care se poate face măsurarea unghiurilor sînt indicate pe corpul aparatului.

Evaluarea unghiului măsurat se face, după fixarea riglei în poziția necesară, prin introducerea blocului de cale corespunzător *7* între reazemul fix *8* al corpului *1* și reazemul mobil *9* solidar cu suportul riglei *2*.

4.3.7. *Nivele*

Nivelele sînt instrumente folosite pentru verificarea orizontalității sau verticalității suprafețelor prelucrate.

Nivela cu bulă de aer se compune dintr-un tub de sticlă, închis la capete și umplut cu un lichid rezistent la îngheț (alcool, eter etc.),

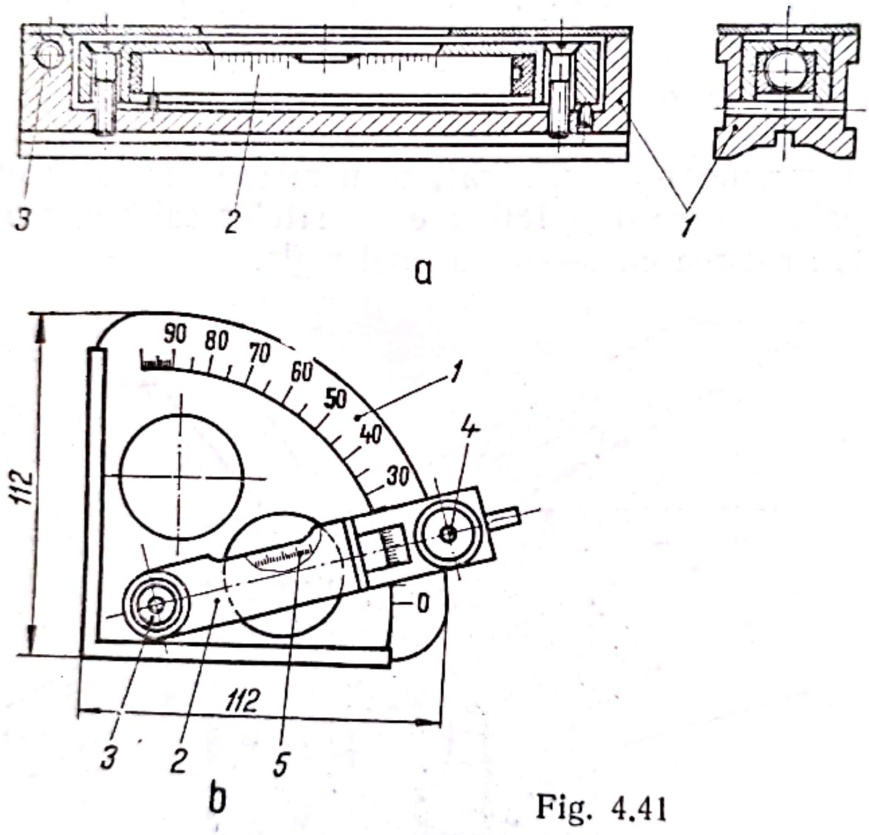


Fig. 4.41

lăsînd un spațiu cu lungimea de 1—5 cm, în care se găsește un amestec de aer și de vapori ai lichidului, numit bulă de aer. Pe porțiunea sa superioară, acolo unde se găsește bula de aer, tubul nivelei este gradat astfel încît poziția bulei să poată fi reperată.

Nivela, și deci piesa la care este atașată, se găsește în poziție orizontală cînd bula de aer este cuprinsă între două diviziuni simetrice față de mijlocul tubului.

Nivela de lăcătușerie (fig. 4.41, *a*) constă dintr-un suport prismatic *1*, de fontă, pe care se fixează un tub de sticlă longitudinal *2* și altul trans-

versal *3*, avînd valoarea diviziunilor de 4'' — 1'4'' (valoarea diviziunii este unghiul sub care trebuie să se încline nivela pentru ca bula să se deplaseze cu o diviziune).

Nivela raportor (fig. 4.41, *b*) se folosește pentru măsurarea unghiurilor în plan vertical. Ea constă dintr-un raportor de oțel *1*, avînd diviziuni de la zero pînă la 90° din grad în grad și din nivela propriu-zisă *2*, care poate să se rotească în jurul axei *3*. Nivela se fixează în poziția necesară cu piulița 4.

Pentru măsurarea unghiului de înclinare a unui plan oarecare nivela se așază pe acest plan și se rotește partea mobilă *2* în sus, pînă ce bula de aer se așază precis între reperele tubului de sticlă *5*.

5

Toleranțe și ajustaje

5.1. *Generalități*

Executarea unei piese la o dimensiune riguros exactă este foarte greu de realizat datorită mai multor cauze: precizia insuficientă a mașinilor-unelte folosite pentru prelucrare, erorile cauzate de uzura sculelor, neprecizia dispozitivelor de fixare, neprecizia la fixarea pieselor și sculelor (dezaxări, înclinări etc.), prelucrări manuale incorecte, erori la măsurarea pieselor (neprecizia aparatelor de măsurat, influența temperaturii), calitatea materialelor, diverse greșeli făcute de muncitori etc.

Practica arată că o piesă își poate îndeplini rolul funcțional în bune condiții dacă dimensiunile ei sînt cuprinse între anumite limite, admisibile. Pe baza acestor erori admise se stabilesc așa-numitele toleranțe de fabricație.

Există diferite sisteme de toleranțe, elaborate în diferite țări. În general, între aceste sisteme nu există identitate, deci între piesele prelucrate după sisteme diferite nu este posibilă interschimbabilitatea. În vederea adaptării unor norme comune, care să pună în concordanță aceste sisteme și pentru a obține interschimbabilitatea unor piese pe plan internațional,

Scanned with OKEN Scanner

Organizația Internațională de Standardizare (I.S.O.) a stabilit un sistem internațional de toleranțe, recunoscut de majoritatea țărilor.

În cele ce urmează se arată pe scurt sistemul de toleranțe standardizat la noi în țară (STAS).

5.2. *Definiții. Dimensiuni, abateri, toleranțe*

Din punct de vedere constructiv și tehnologic, dimensiunile pieselor se clasifică în dimensiuni nominale și dimensiuni efective (reale).

Dimensiunea nominală N (fig. 5.1) este valoarea luată ca bază pentru a caracteriza o anumită dimensiune, indiferent de diferențele admise, inerente imperfecțiunii de execuție și necesare asamblării cu un anumit joc sau strîngere.

Dimensiunea efectivă E (fig. 5.1) este dimensiunea a cărei valoare se obține prin măsurarea piesei după execuție. Diferența dintre dimensiunea efectivă și dimensiunea nominală se numește abatere efectivă și se notează cu A (fig. 5.1). Rezultă deci $A = E - N$.

Dimensiunile limită sînt cele două dimensiuni între care trebuie să se cuprindă dimensiunea efectivă:

dimensiunea maximă, care se notează cu D_{max} (pentru alezaje; fig. 5.2, *b*), d_{max} (pentru arbori; fig. 5.2, *a*) sau L_{max} (pentru lungimi; fig. 5.2, *c*) etc.;

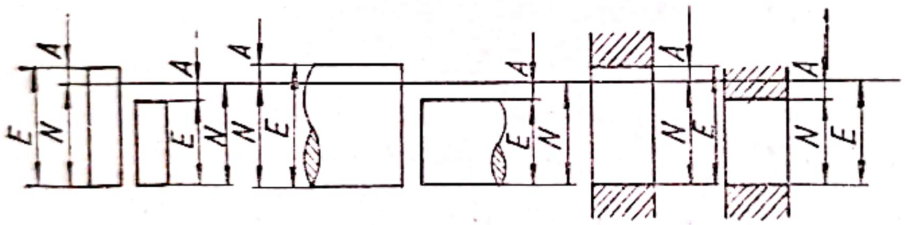


Fig. 5.1

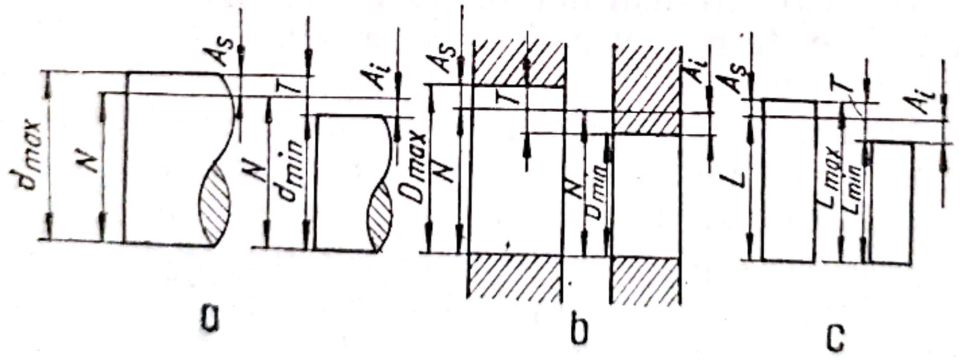


Fig. 5.2

dimensiunea minimă care se notează respectiv cu D_{min}, d_{min} L_{min} etc. (fig.5.2).

Diferența dintre dimensiunea maximă și dimensiunea minimă se numește toleranță și se notează cu T. Deci

$$T = D_{max} - D_{min}; \quad T = d_{max} - d_{min} \text{ sau } T = L_{max} - L_{min}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Din aceste definiții rezultă că toleranța este o valoare întotdeauna pozitivă. Cu cît toleranța dimensiunii este mai mare, cu atît prelucrarea piesei va fi mai simplă și mai ieftină. De aceea toleranțele trebuie luate cu valorile maxime admise de calitatea produsului.

Diferența dintre dimensiunea maximă și dimensiunea nominală reprezintă abaterea superioară, notată cu A_s, deci:

$$A_s = D_{max} - N; \quad A_s = d_{max} - N \text{ sau } A_s = L_{max} - L \text{ (fig. 5.2).}$$

Diferența dintre dimensiunea minimă și dimensiunea nominală reprezintă abaterea inferioară notată cu A_i, deci:

$$A_i = D_{min} - N; \quad A_i = d_{min} - N \text{ sau } A_i = L_{min} - L \text{ (fig. 5.2).}$$

Dacă se face diferența dintre abaterea superioară și abaterea inferioară rezultă că:

$$A_s - A_i = D_{max} - N - (D_{min} - N) = D_{max} - D_{min} = T,$$

adică este egală cu toleranța.

De exemplu, dacă pentru o piesă se prescrie abaterea superioară $A_s = +0{,}020$ mm și abaterea inferioară $A_i = -0{,}020$ mm, atunci toleranța va fi $T = +0{,}020 - (-0{,}020) = 0{,}040$ mm. Dacă pentru o piesă se prescrie abaterea superioară $A_s = +0{,}030$ mm și abaterea inferioară $A_i = 0$, atunci $T = +0{,}030$ mm, adică toleranța este egală chiar cu abaterea superioară. Dacă, de exemplu, $A_s = -0{,}030$ mm și $A_i = -0{,}050$ mm, atunci $T = -0{,}030 - (-0{,}050) = 0{,}020$ mm.

Notarea pe desenul de execuție a toleranțelor și abaterilor limită se face conform STAS 2090-51; valorile numerice ale abaterilor limită se scriu în urma cotei care indică dimensiunea nominală, și anume: abaterea superioară se scrie în dreptul nivelului superior al cotei, iar abaterea inferioară în dreptul nivelului inferior (fig. 5.3, *a*). Abaterile egale cu zero nu se înseamnă pe desen (fig. 5.3, *b*).

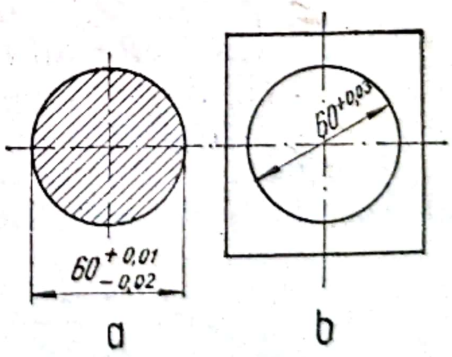


Fig. 5.3

Dacă abaterea superioară și cea inferioară sînt egale, dar de semne contrare, valoarea abaterii se scrie o singură dată cu semnul $\pm$ așezat înaintea cifrei imediat după cota care reprezintă dimensiunea nominală și în rînd cu ea; de exemplu, $60 \pm 0{,}010$.

În reprezentările grafice, cîmpul de toleranță este zona cuprinsă între limita corespunzătoare dimensiunii maxime și cea corespunzătoare dimensiunii minime (fig. 5.4).

Valoarea absolută a toleranței nu este o indicație pentru precizia cu care a fost prelucrată piesa, deoarece, de exemplu, aceeași toleranță poate fi mică pentru dimensiuni mari și mare pentru dimensiuni mici.

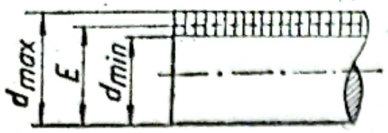


Fig. 5.4

Astfel, o toleranță de 15 μm *) poate fi considerată drept o prelucrare fină pentru un arbore cu diametrul de 250 mm, în timp ce la un diametru de 5 mm, ea caracterizează o prelucrare grosolană.

5.3. *Joc. Strîngere. Ajustaj* (STAS 48-52)

La asamblarea a două piese care intră una în alta se deosebește o suprafață exterioară cuprinzătoare și o suprafață interioară cuprinsă. Pentru corpurile cilindrice, suprafața cuprinzătoare poartă denumirea de alezaj, iar suprafața cuprinsă — de arbore. Dimensiunile acestora sînt: diametrul alezajului, respectiv diametrul arborelui.

Asamblarea unui alezaj cu un arbore poate fi cu joc sau cu strîngere.

Jocul J este diferența dintre diametrul efectiv al alezajului și diametrul efectiv al arborelui, cînd diametrul D al alezajului este mai mare decît diametrul d al arborelui.

Jocul maxim J_{max} este diferența dintre diametrul maxim al alezajului și diametrul minim al arborelui (fig. 5.5):

$$J_{max} = D_{max} - d_{min}.$$

Jocul minim J_{min} este diferența dintre diametrul minim al alezajului și diametrul maxim al arborelui (fig. 5.5):

$$J_{min} = D_{min} - d_{max}.$$

Strîngerea S este diferența dintre diametrul efectiv al arborelui și diametrul efectiv al alezajului, cînd diametrul D al alezajului este mai mic decît diametrul d al arborelui.

Strîngerea maximă S_{max} este diferența dintre diametrul maxim al arborelui și diametrul minim al alezajului (fig. 5.6):

$$S_{max} = d_{max} - D_{min}.$$

Strîngerea minimă S_{min} este diferența dintre diametrul minim al arborelui și diametrul maxim al alezajului (fig. 5.6):

$$S_{min} = d_{min} - D_{max}.$$

*) 1 μm = 1 micrometru = 10^{-6} m = 0,000001 m = 0,001 mm.

Ajustaj se numește relația care se stabilește la asamblarea a două grupe de piese cu același diametru nominal, din punct de vedere al jocului sau al strîngerii.

Conform STAS 1918-52 se deosebesc trei feluri de ajustaje: cu joc, cu strîngere și intermediare (de trecere).

Ajustajul cu joc este acela la care diametrul minim al alezajului este mai mare decît diametrul maxim al arborelui; cîmpul de toleranță al alezajului se află în întregime deasupra cîmpului de toleranță al arborelui (fig. 5.7). Piesele se pot deplasa una față de alta în timpul funcționării avînd între suprafețele de contact un joc minim prescris.

Ajustajul cu strîngere este acela la care, înainte de asamblare, diametrul maxim al alezajului este mai mic decît diametrul minim al arborelui, cîmpul de toleranță al alezajului se află în întregime sub cîmpul de toleranță al arborelui (fig. 5.8).

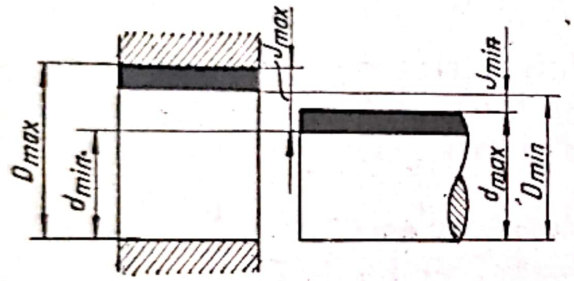


Fig. 5.5

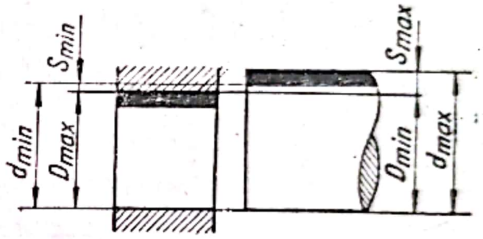


Fig. 5.6

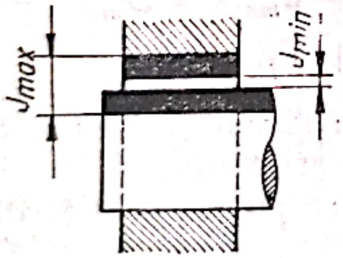


Fig. 5.7

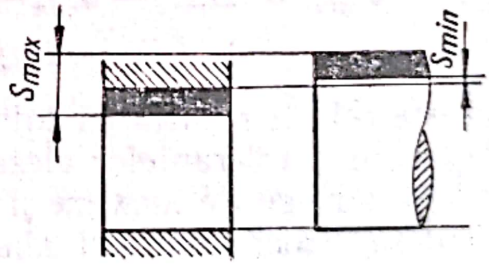


Fig. 5.8

Piesele nu se pot deplasa una față de cealaltă în timpul funcționării, avînd între suprafețele de contact o strîngere minimă prescrisă. La acest fel de ajustaje, strîngerea realizează o legătură fixă a pieselor, fără folosirea elementelor de fixare ca pene, șuruburi etc. Legătura fixă se obține, în cazul acesta, datorită deformării elastice a materialului produsă în timpul asamblării pieselor.

Ajustajul intermediar (de trecere) este acela la care pot rezulta atît asamblări cu joc, cît și asamblări cu strîngere, cîmpul de toleranță al

alezajului suprapunîndu-se parțial sau complet peste cîmpul de toleranță al arborelui (fig. 5.9).

În fig. 5.10 sînt arătate schematic cele trei tipuri de ajustaje: cu joc (fig. 5.10, *c*) intermediar (fig.5.10, *b*), cu strîngere (fig. 5.10, *a*).

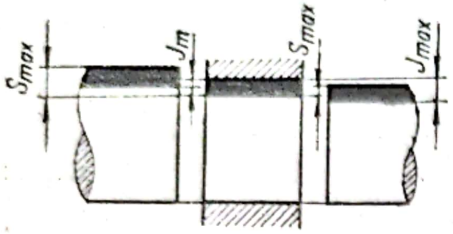


Fig. 5.9

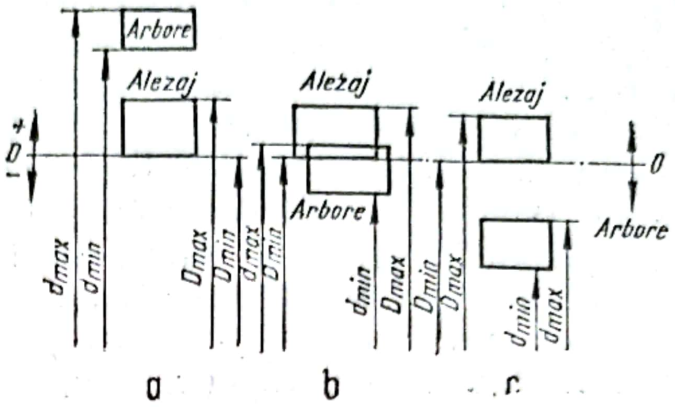


Fig. 5.10

Toleranța ajustajului este diferența dintre strîngerile, respectiv jocurile maxime și minime; ea este egală cu suma toleranțelor arborelui și alezajului. Se poate deci scrie pentru toleranța strîngerii:

$$T_s = S_{max} - S_{min} = d_{max} - D_{min} - (d_{min} - D_{max}) =$$
$$= d_{max} - d_{min} + D_{max} - D_{min} = T_d + T_D,$$

iar pentru toleranța jocului:

$$T_j = J_{max} - J_{min} = D_{max} - d_{min} - (D_{min} - d_{max}) = D_{max} - D_{min} +$$
$$+ d_{max} - d_{min} = T_d + T_D.$$

Din aceste relații rezultă că toleranța strîngerii și toleranța jocului sînt egale cu suma toleranțelor alezajului și arborelui.

Jocurile și strîngerile maxime și minime se pot calcula și în funcție de abaterile superioare $A_s(a_s)$ și abaterile inferioare $A_i(a_i)$, ale alezajului (notate cu litere mari) și ale arborelui (notate cu litere mici):

$$J_{max} = D_{max} - d_{min} = A_s - a_i; \quad J_{min} = D_{min} - d_{max} = A_i - a_s;$$
$$S_{max} = d_{max} - D_{min} = a_s - A_i; \quad S_{min} = d_{min} - D_{max} = a_i - A_s.$$

5.4. *Unitate de toleranță și clasă de precizie*

Exactitatea prescrisă la executarea unei piese depinde de funcția ce o îndeplinește piesa respectivă. În consecință, toleranța se determină ținîndu-se seama de rolul funcțional al piesei, alegîndu-se valoarea maximă care asigură funcționarea în condiții bune a piesei.

Scanned with OKEN Scanner

Practica a arătat că tehnologia de execuţie pe maşini-unelte a diferitelor piese devine cu atît mai complicată şi mai scumpă, cu cît piesa are toleranţe mai mici şi cu cît piesa are dimensiuni mai mari.

În urma unor cercetări şi experimentări sistematice în domeniul prelucrărilor mecanice de piese s-a stabilit că precizia de execuţie şi în consecinţă şi toleranţa T variază în funcţie de dimensiunea respectivă D conform relaţiei:

$$T = C\sqrt[x]{D},$$

în care x variază în limitele 2,5 — 3,5, iar coeficientul C variază între 0,0005 pentru arbori rectificaţi şi 0,0008 pentru alezaje rectificate. Această relaţie permite exprimarea toleranţei în unităţi de toleranţă notate de obicei cu i.

În sistemul de toleranţe STAS, pentru piesele netede cu dimensiuni de la 0 pînă la 500 mm, unitatea de toleranţă este dată de relaţia:

$$i = 0{,}5\sqrt[3]{D} \qquad [\mu m],$$

în care D este dimensiunea nominală a piesei, în mm. Această relaţie arată că unitatea de toleranţă nu este constantă pentru diferitele dimensiuni, ci creşte o dată cu creşterea acestora. Prin aceasta se elimină de fapt influenţa mărimii dimensiunii asupra toleranţei, putîndu-se astfel stabili clase de precizie, în care numărul de unităţi de toleranţă, pentru toate dimensiunile care se execută în clasa de precizie respectivă, să fie acelaşi. În funcţie de unitatea de toleranţă, toleranţa se determină cu relaţia:

$$T = ai \qquad [\mu m],$$

în care a reprezintă numărul de unităţi de toleranţă care depinde de sistemul de toleranţe (STAS, OST, DIN, ISO etc.).

De exemplu, pentru un alezaj care are diametrul nominal $d = 27$ mm, unitatea de toleranţă după STAS este $i = 0{,}5\sqrt[3]{27} = 0{,}5 \cdot 3 = 1{,}5$ μm.

Din cele arătate se pot trage următoarele concluzii:

— două piese de aceleaşi dimensiuni executate în două clase de precizie diferite vor avea toleranţe diferite, şi anume acea piesă va avea toleranţa mai mare care se execută în clasa de precizie mai mică;

— dacă se consideră două piese de dimensiuni diferite şi se execută ambele în aceeaşi clasă de precizie, piesa de dimensiune mai mare va avea o toleranţă de execuţie mai mare, deşi numărul de unităţi de toleranţă va fi acelaşi pentru ambele piese. Astfel 0,005 mm reprezintă, la un arbore cu diametrul de 125 mm:

$$a = \frac{50}{0{,}5\sqrt[3]{125}} = \frac{50}{0{,}5 \cdot 5} = 20 \text{ unităţi},$$

Scanned with OKEN Scanner

iar la un arbore cu diametrul de 8 mm, aceeași toleranță reprezintă:

$$a = \frac{50}{0{,}5\sqrt[3]{8}} = \frac{50}{0{,}5 \cdot 2} = 50 \text{ unități.}$$

Rezultă că precizia de prelucrare la arborele cu diametrul de 125 mm este mult mai mare față de precizia de prelucrare la arborele de 8 mm, întrucît numărul de unități de toleranță la arborele de 125 mm este mult mai mică decît la arborele de 8 mm. Toleranțele de execuție posibile sînt grupate în diferite sisteme de toleranță (STAS, OST, DIN etc.) în clase de precizie.

Sistemul de toleranțe STAS prevede 10 clase de precizie numerotate de la 1 la 10, cea mai precisă fiind clasa 1. Primele șapte clase de precizie (1...7) se referă la piese care formează ajustaje, clasele 6 și 7 fiind mai puțin precise. Ultimele trei clase (8,9 și 10) se referă la dimensiuni libere (STAS 1918-52).

Clasa de precizie 1 se folosește la construcția aparatelor și instrumentelor de măsurat și la unele piese principale ale mașinilor-unelte (rulmenți cu bile, piese pentru utilaj pneumatic etc.). Clasa de precizie 2 este cea mai răspîndită la construcția sculelor, dispozitivelor și verificatoarelor și a unor organe importante în construcția de mașini. Clasa de precizie 3 se folosește obișnuit în construcția de mașini, precum și la piesele care nu necesită o precizie deosebită. Clasa de precizie 4 se folosește în construcția de mașini la ajustajele care admit jocuri însemnate pentru evitarea blocărilor posibile. Clasele 5 și 6 se folosesc în construcția ajustajelor secundare, care necesită jocuri mai mari. Clasa de precizie 7 este aplicată la asamblările care nu necesită o mare uniformitate a caracterului ajustării.

În ceea ce privește realizarea claselor de precizie în condiții economice, din datele statistice rezultă următoarele posibilități pentru operațiile de prelucrare:

Operația	Clasa de precizie
Turnare, forjare	9—10
Laminare	7—8
Găurire, strunjire de degroșare	6—7
Strunjire de finisare, alezare de degroșare	5
Alezare	4
Rectificare de finisare, broșare	3
Rectificare de precizie, broșare de precizie	2
Strunjire cu diamant, lustruire, lepuire	1

Scanned with OKEN Scanner

5.5. *Sisteme de ajustaje*

Cîmpul de toleranţă al alezajelor, respectiv al arborilor, poate fi aşezat faţă de linia zero în diferite poziţii. Pentru a se sistematiza posibilităţile de aşezare a cîmpurilor de toleranţă, unul faţă de celălalt şi a simplifica alegerea lor, s-a hotărît să se considere fix cîmpul de toleranţe al unei piese, adoptînd în raport cu acesta cîmpul de toleranţă al celeilalte piese.

Prin STAS (ca şi prin celelalte norme) s-au stabilit două sisteme de ajustaje: cu alezaj unitar şi cu arbore unitar.

Sistemul cu alezaj unitar se caracterizează prin poziţia constantă a cîmpului de toleranţă al alezajului; diferitele ajustaje se obţin variind convenabil poziţia cîmpului de toleranţă al arborelui. Diametrul nominal *N* al alezajului coincide cu diametrul lui minim. Diferitele feluri de asamblări cu alezaj unitar se obţin menţinînd constant alezajul şi variind diametrul arborelui (fig. 5.11).

Prin STAS 1919 - 59, 1920 - 60, 1921 - 60, 1922 - 50, 1923 - 50, 1924 - 50 şi 1925 - 50 se stabilesc abaterile limită în sistemul cu alezaj unitar pentru clasele de precizie 1 ... 7.

Sistemul cu arbore unitar se caracterizează prin poziţia constantă a cîmpului de toleranţă al arborelui; diferitele ajustaje obţinîndu-se variind convenabil poziţia cîmpului de toleranţă al alezajului. Diametrul nominal *N* al arborelui coincide cu diametrul lui maxim. Diferitele feluri

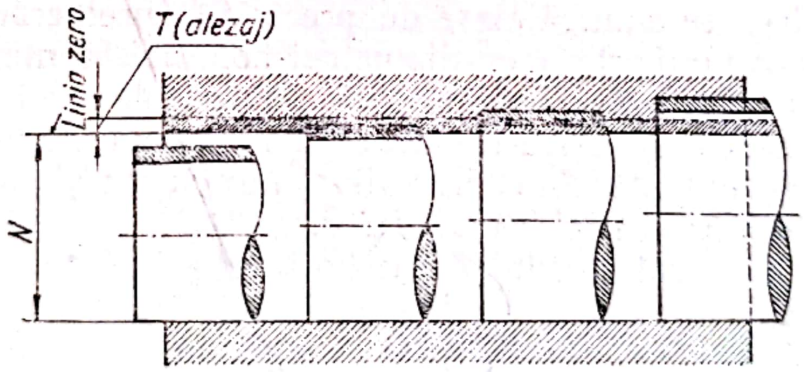


Fig. 5.11

de asamblări cu arbore unitar se obţin menţinînd constant diametrul arborelui şi variind diametrul alezajului (fig. 5.12).

Prin STAS 2001-60, 2002-63, 2003-60, 2004-51, 2005-64, 2006-51 2007-51 şi 2008-51 se stabilesc abaterile limită în sistemul arbore, unitar, pentru clasele de precizie 1... 7.

Piesa cu cîmpul de toleranţă constant se numeşte piesa de bază în sistemul de ajustaj respectiv.

Scanned with OKEN Scanner

Prin ambele sisteme se stabilesc abateri limită pentru realizarea ajustajelor cu strîngere, sau cu joc, folosind primele șapte clase de precizie. Ajustajele sînt așezate în ordinea descrescîndă a strîngerilor și în ordinea crescîndă a jocurilor.

Simbolul poziției unui cîmp de toleranță se compune din inițiala cuvîntului care caracterizează ajustajul (S sau s — strîngere, T sau t — trecere sau intermediar, J sau j — joc, literele mari fiind folosite pentru

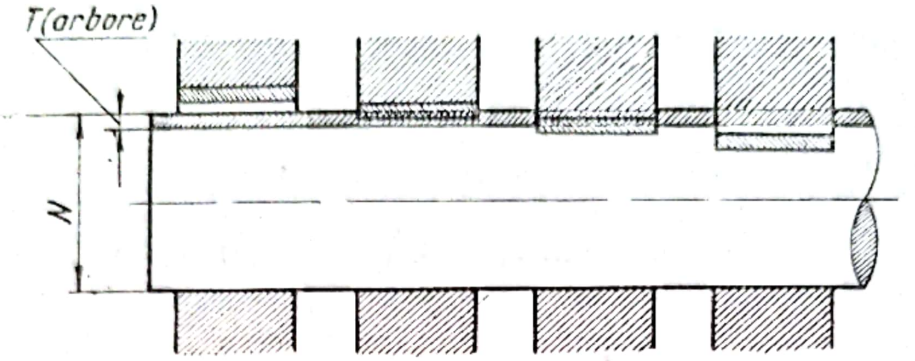


Fig. 5.12

alezaje, iar cele mici pentru arbori) și respectiv literele *A-a*, *B-b*, *C-c* etc., care arată în ordine alfabetică poziția cîmpului de toleranță dinspre jocul maxim spre jocul minim, respectiv dintre strîngerea minimă spre strîngerea maximă. De exemplu, la ajustajele cu joc, litera *a* arată că există un joc mai mare decît la ajustajele notate cu litera *b*, iar la ajustajele cu strîngere, litera *a* indică o strîngere mai mică decît la ajustajul notat cu litera *b*. La sfîrșit se adaugă clasa de precizie a prelucrării piesei. De exemplu: cotarea unui arbore cu diametrul nominal 55 mm, care trebuie executat la un ajustaj intermediar aderent, în clasa de precizie 4, se scrie în felul următor: ⌀ 55 tb 4. Dacă trebuie să se coteze un alezaj cu diametrul nominal de 60, executat în cadrul alezajului cu joc alunecător în clasa de precizie 3, se scrie astfel: ⌀ 60 *JE* 3.

În tabelul 5.1 se arată modul de simbolizare a diferitelor ajustaje după STAS 1918 - 52.

În practică se întrebuințează frecvent sistemul de alezaj unitar, întrucît cîmpul de toleranță constant pentru alezaj și variabil pentru arbore se execută mai ușor și duce la economii de S.D.V.-uri (scule, dispozitive, verificatoare).

5.6. *Însemnarea ajustajelor pe desen*

Însemnarea pe desen a cotelor unor piese asamblate se face prin simbolurile cîmpurilor de toleranță pentru alezajul respectiv și pentru arbore sub formă de fracție ordinară, la numărător trecîndu-se simbolul alezajului, iar la numitor simbolul arborelui.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 5.1

Simbolizarea ajustajelor (după STAS 1918-52)

Caracterul ajustajului	Denumirea ajustajului	Simbolul poziției cîmpului de toleranță	
		Alezaj unitar	Arbore unitar
Ajustaje cu strîngere	Presat special 1	*SX*	*sx*
	Presat special 2	*SV*	*sv*
	Presat special 3	*SU*	*su*
	Presat la cald (fretat)	*SC*	*sc*
	Presat	*SB*	*sb*
	Presat ușor	*SA*	*sa*
Ajustaje de trecere (intermediare)	Blocat	*TD*	*td*
	Forțat	*TC*	*tc*
	Aderent	*TB*	*tb*
	Cu frecare	*TA*	*ta*
Ajustaje cu joc	Alunecător	*JE*	*je*
	Semiliber	*JD*	*jd*
	Liber	*JC*	*jc*
	Larg	*JB*	*jb*
	Foarte larg	*JA*	*ja*

În fig. 5.13, *a* se poate vedea cum este scrisă o asemenea cotă, unde 52 este dimensiunea nominală a arborelui și a alezajului, *JE* înseamnă ajustaj în sistemul alezaj unitar, iar *jc* reprezintă simbolul ajustajului cu joc liber. Cu *2* este notată clasa de precizie a alezajului și a arborelui.

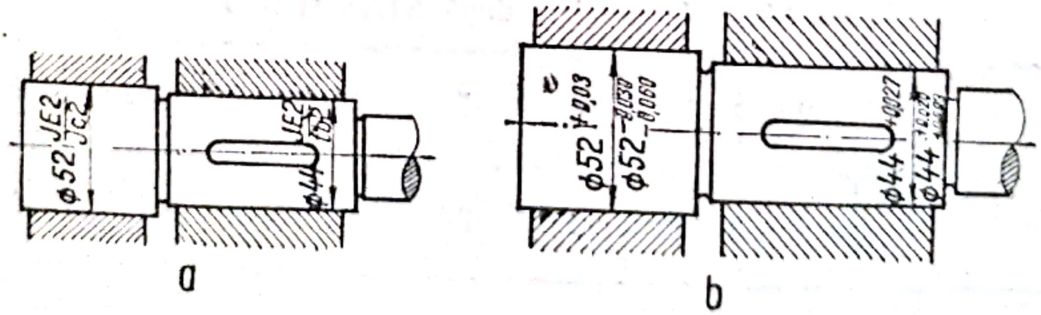


Fig. 5.13

Pe desenele pieselor la care ajustajele sînt date prin simboluri, valorile toleranțelor corespunzătoare acestor feluri de ajustaje sînt date în standardele respective.

Cotele pieselor asamblate se pot da și prin indicarea numerică a abaterilor limită ca în fig. 5.13, *b*, în care s-au indicat cotele corespunzătoare ajustajului din fig. 5. 13, *a*. Și în acest caz dimensiunea nominală și abaterile limită ale alezajului sau ale piesei exterioare se scriu deasupra liniei de cotă, iar dimensiunea nominală și abaterile arborelui sau ale piesei interioare se scriu dedesubtul ei.

În cazuri particulare, cînd condițiile tehnice-economice o cer, se poate utiliza o combinație de cîmpuri de toleranță din două clase de precizie diferite.

5.7. *Comparație între diferite sisteme de toleranțe*

Corespondența dintre sistemele de toleranțe OST și GOST și sistemul STAS. Sistemul de toleranțe sovietice OST, pentru dimensiunile de la 1 la 500 mm, corespunde cu sistemul STAS în ceea ce privește:

— intervalele de diametre nominale în care mărimea cîmpului de toleranță este aceeași;

— mărimea și poziția cîmpurilor de toleranță pentru toate clasele de precizie;

— numărul claselor de precizie.

Există însă și unele deosebiri în ceea ce privește notațiile, simbolurile, cum sînt:

— cîmpul de toleranță al alezajului, în cazul sistemului alezaj unitar, este notat cu *A*, iar de toleranță al arborelui în cazul sistemului arbore unitar este notat cu *B*;

— ca și sistemul de toleranțe STAS, sistemul de toleranțe OST are zece clase de precizie; notația lor este însă diferită, după cum se arată în tabelul 5.2.

Tabelul 5.2

Clase de precizie după STAS și OST

STAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OST	1	2	2*a*	**3**	3*a*	4	5	7	8	9

Numărul clasei de precizie se scrie la dreapta simbolului ajustajului cu un indice cu cifre (de ex. A_1, A_3, B_3, B_5 etc.). Pentru clasa 2 de precizie s-a renunțat la indicele 2 (notîndu-se *A*, *B*), această clasă fiind cea mai frecventă.

Scanned with OKEN Scanner

Corespondența dintre sistemele de toleranțe și ajustaje OST și STAS este dată în STAS R 2273 - 61.

Corespondența dintre sistemele de toleranță I.S.O. și STAS. Sistemul I.S.O. conține, ca și sistemul STAS, două sisteme de ajustaje: cu alezaj unitar și cu arbore unitar. Sistemul de toleranțe I.S.O. prevede, în funcție de numărul de unități de toleranță, — 18 calități simbolizate: IT01, IT0, IT1 ..... IT16.

Spre deosebire de clasa de precizie STAS, care se referă la piesă, calitatea I.S.O. se referă la piesă independent de ajustaj, și reprezintă gradul de precizie cu care această piesă este prelucrată. Ca urmare, este posibil ca în sistemul I.S.O. să se combine piese de diferite calități într-un singur ajustaj.

Împărțirea dimensiunilor nominale pe intervale de diametre este pînă la 180 mm, la fel cu cea din sistemul de toleranțe STAS, deși unele intervale sînt subîmpărțite pentru unele calități.

Toleranța este simbolizată printr-un număr care indică calitatea, iar poziția cîmpului de toleranță este simbolizată printr-o literă, și în unele cazuri prin două litere, majuscule pentru alezaje și minuscule pentru arbori, de la *A* (*a*) la *Z* (*z*).

Piesele de bază ale sistemului sînt simbolizate cu litera *H*(*h*). Notarea unui ajustaj se face ca și în sistemul STAS, în forma unei fracții, de ex. 45 H8/g7.

Simbolizarea arborilor și ajustajelor din sistemul de toleranță I.S.O. este dată în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3

Simbolurile ajustajelor din sistemul I.S.O.

Arbori	*a b c cd d e ef f fg g h*	*j js k m n*	*p r s t u v x yz*
Alezaje	*A B C CD D E EF F FG G H*	*J JS K M N*	*P R S T U V X Y Z Za Zb Zc*
Ajustaje	Ajustaje cu joc Ajustaje cu jocuri termice	Ajustaje intermediare	Ajustaje cu strîngere

Scanned with OKEN Scanner

Trasarea pieselor se execută cu ajutorul unor scule și utilaje, în cea mai mare parte specifice operației de trasare, care permit susținerea, prinderea și centrarea pieselor, precum și măsurarea, construirea și trasarea axelor și contururilor acestora.

În cele ce urmează se vor arăta atît sculele obișnuite, necesare trasatorului, cît și unele dispozitive speciale folosite la anumite operații de trasare.

6.1. *Mese de trasare*

Masa de trasare este o placă metalică de obicei din fontă, susținută pe un postament din lemn (fig. 6.1 , *a*), metalic (fig. 6. 1, *b*) sau din zidărie cu fundație de beton armat (fig. 6.1, *c*), după mărimea plăcii. Uneori picioarele sînt reglabile în înălțime (fig. 6.1, *b*). Masa de trasare din fontă este goală în interior și prevăzută cu nervuri de rigidizare (fig. 6.1, *a*). Suprafața superioară a plăcii trebuie să fie perfect plană și rigidă, iar suprafețele laterale perpendiculare și prelucrate cu precizie. Fețele laterale ale mesei se protejează contra loviturilor cu scînduri așezate la aproximativ 60 mm de fața superioară.

Suprafața de lucru a mesei pentru trasarea pieselor mici are dimensiunile 1 200 × 1 200 mm, iar pentru piese mari 4 000 × 6 000 mm. Înălțimea mesei este de 700 - 1 000 mm.

Pe suprafața plăcilor mari se execută o rețea de canale perpendiculare (fig. 6.1, *c*), care servesc la așezarea în plane paralele sau perpendiculare a cutiilor de trasare sau, dacă sînt în T (fig. 6.1, *d*), la fixarea suporturilor sau a pieselor.

Suprafața de lucru a mesei trebuie să fie perfect orizontală.

Masa de trasare se așază în apropierea ferestrelor pentru ca să fie bine iluminată în timpul lucrului. Locul de așezare trebuie să fie, pe cît posibil, ferit de praf, fum și zgomot.

Pentru preîntîmpinarea zgîrieturilor și scobiturilor pe suprafața netedă a mesei, trebuie evitată mișcarea (tîrîrea) pieselor de trasat pe suprafața ei. Piesele de trasat se așază pe suporturi sau pe vinciuri cu șurub, iar semifabricatele grele se ridică și se coboară cu palane.

Scanned with OKEN Scanner

După fiecare utilizare, masa se șterge cu o cîrpă curată și uscată, se curăță sau se spală cu petrol și se unge ușor cu ulei, apoi se acoperă cu o apărătoare de lemn sau alt material pentru a o feri de praf și lovituri.

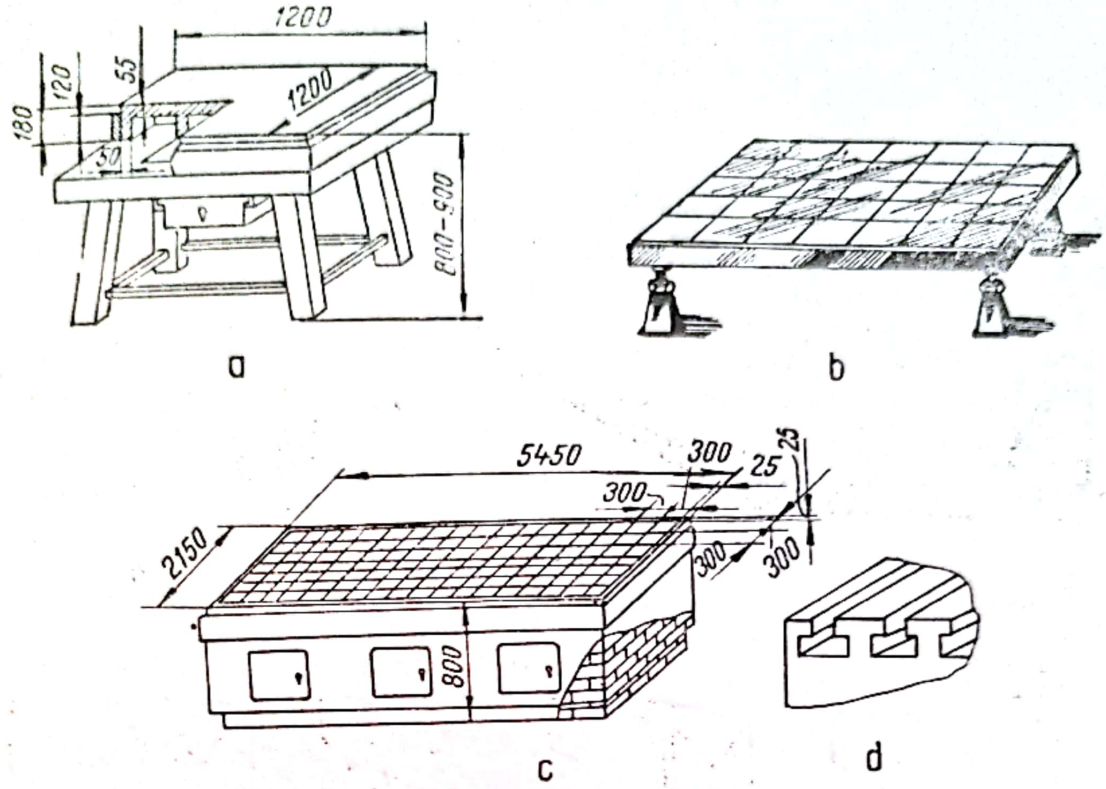


Fig. 6·1

6.2. *Cutiile de trasare*

Cutiile de trasare au forma paralelipipedică cu fețele rectificate, cele adiacente fiind perpendiculare, iar cele opuse paralele. Ele se execută din fontă și, pentru a fi mai ușoare, au goluri în interior. Cutiile de trasare (*1*, *2*, *3*) se folosesc pentru a asigura planele de referință la trasarea în spațiu, avînd ca bază planul mesei de trasare (fig. 6.2, *a*).

La mesele prevăzute cu canale perpendiculare, asigurarea perpendicularității planelor de referință pentru trasare se realizează cu cutii de trasare prevăzute cu riglă de ghidare (fig. 6.2, *b*).

Rigla este metalică și solidară cu cutia. Ea se introduce în canalul mesei, asigurînd orientarea cutiei.

6.3. *Prisme*

Prismele sînt dispozitive care servesc la așezarea și centrarea pieselor cilindrice (axe, arbori etc.), ce nu pot fi așezate corect pe masa de trasare. Locul de așezare are forma unui canal cu două plane care fac între ele

Scanned with OKEN Scanner

un unghi de 60°, 90° sau 120°. Prismele se execută din fontă sau oțel, avînd fețele de reazem rectificate, iar pentru a fi cît mai ușoare, sînt prevăzute cu goluri.

Ele pot fi fixe, cu forme și dimensiuni foarte variate (fig. 6.3) sau pot fi reglabile (fig. 6.4), fiind folosite la așezarea arborilor cu mai multe diametre sau a arborilor cotiți.

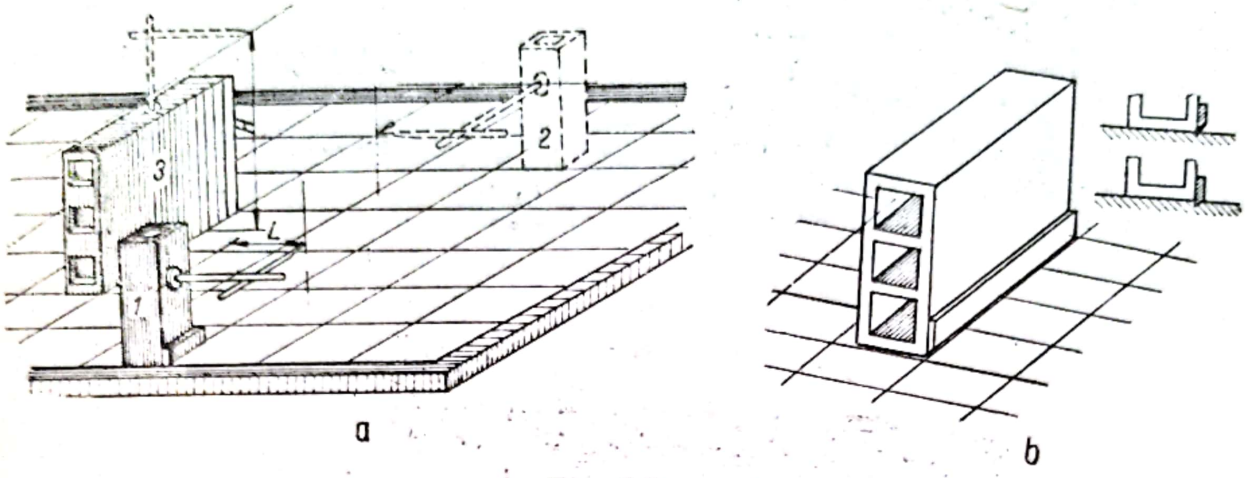


Fig. 6.2

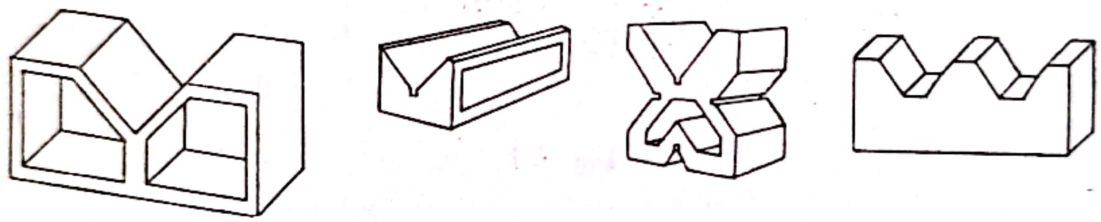


Fig. 6.3

Înălțimea de sprijin a prismelor reglabile se modifică fie prin culisarea prismei propriu-zise într-un suport cu ajutorul unui ax filetat, fie prin deplasarea fălcilor prismei. În fig. 6.4, *a* este reprezentată o prismă reglabilă din prima categorie. Prisma propriu-zisă *1* poate culisa în suportul vertical 2. Ridicarea sau coborîrea prismei se execută cu piuliță *3* montată pe șurubul *4*, care are capătul fixat în prismă. Ea iese din corpul suportului *2* printr-o fereastră, astfel încît poate fi manevrată ușor. Fig. 6.4, *b* reprezintă un exemplu de așezare a unui arbore cotit pe astfel de prisme.

Tot din prima grupă face parte și prisma reglabilă cu șurub din fig. 6.4, *c*, care se compune din suportul *1*, prisma *2* cu fețele de așezare *5*, piuliță de reglare *3*, care prin rotire ridică sau coboară șurubul de susținere a prismei și șurubul de fixare *4*.

Fig. 6.4, *d* reprezintă o prismă din a doua categorie. Fălcile *4* și *5* ale prismei se pot apropia sau depărta cu ajutorul șurubului *2* care are filet stînga și dreapta. Șurubul *2* se sprijină pe bucșele *3*, fixate în suportul *1*

Scanned with OKEN Scanner

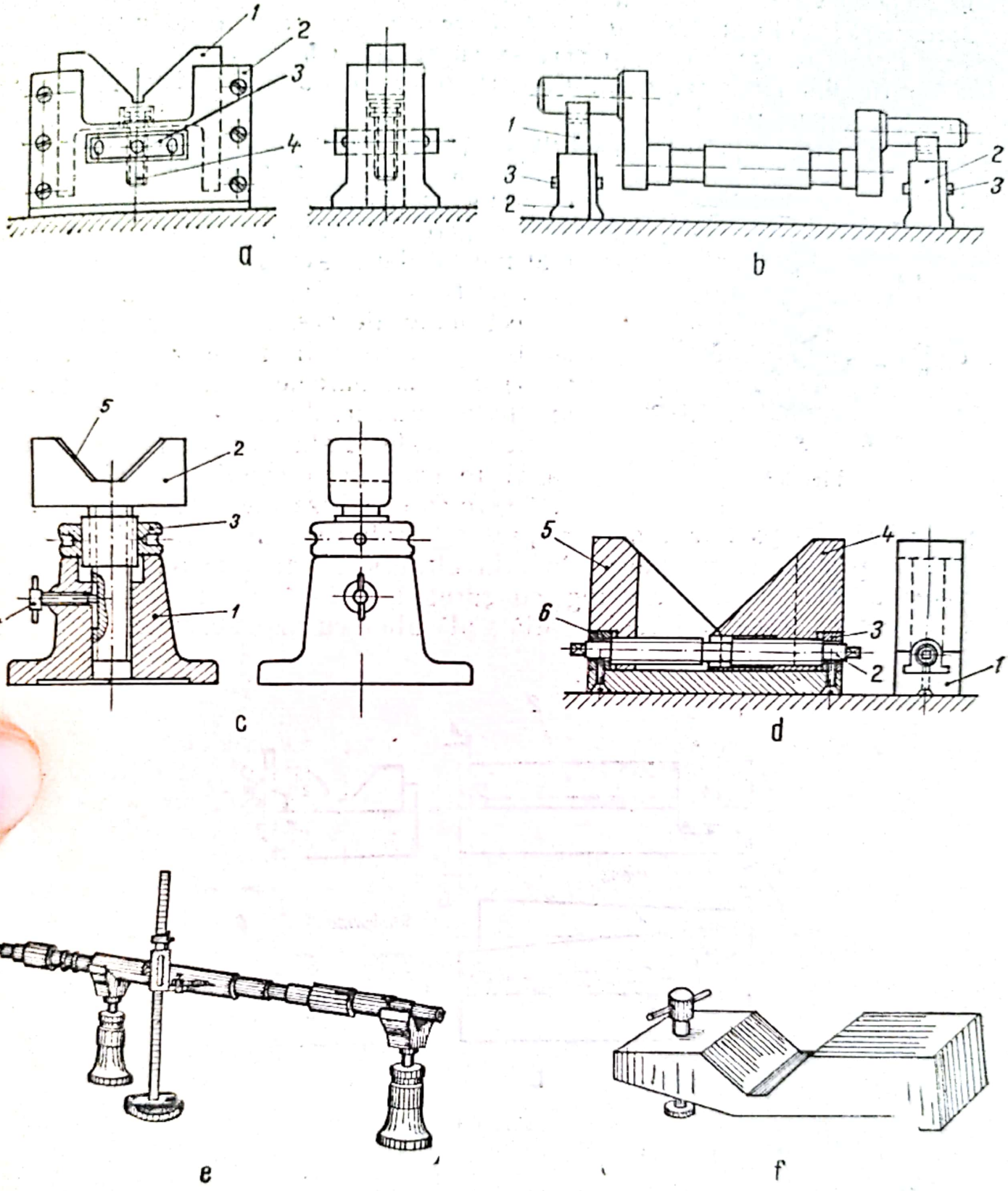


Fig. 6.4

al dispozitivului. Prin rotirea șurubului într-un sens, fălcile prismei se apropie și astfel se ridică suprafața de sprijin; prin rotirea lui în sens invers fălcile se depărtează și această suprafață coboară.

În fig. 6.4, *e* este reprezentat un arbore cu două diametre diferite sprijinit pe prisme reglabile.

Un alt tip de prismă reglabilă cu șurub este arătat în fig. 6.4, *f*.

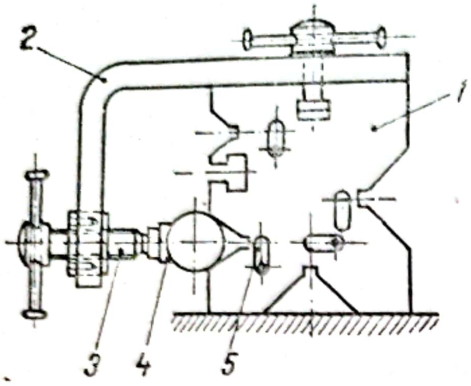


Fig. 6.5

În afara prismelor obișnuite, se folosesc de asemenea prisme cu diferite dispozitive de strîngere, în special pentru trasarea în mai multe plane, avînd forma unor corpuri de revoluție (fig. 6.5). Construcțiile perfecționate ale acestor prisme dau posibilitatea strîngerii pieselor cilindrice cu o gamă mai mare de diametre. Prisma *1* are patru locașuri de așezare pe trei din fețele laterale. Fața orizontală are un canal în care intră capul șurubului de strîngere care fixează piesa de strîngere *2* pe prismă. Dispozitivul de strîngere se deplasează după necesitate în canalul prismei și se fixează în fața altui locaș de așezare. Piesa ce urmează a fi trasată se strînge cu șurubul *3* și piesa de strîngere *4*. În dreptul fiecărui locaș se află o plăcuță *5* cu riz de control.

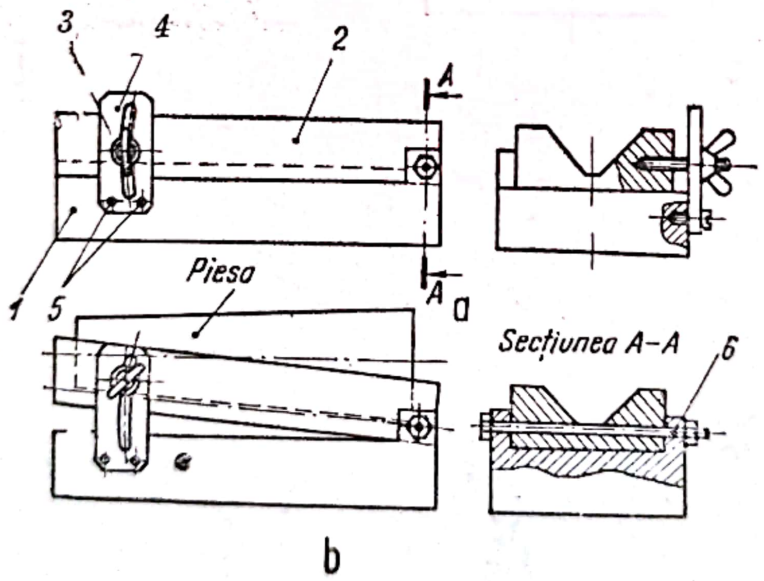


Fig. 6.6

Pentru trasarea pieselor conice se poate utiliza o prismă ca în fig. 6.6.

Dispozitivul se compune (fig. 6.6, *a*) din postamentul *1*, prisma propriu-zisă *2*, placa *3*, șurubul cu piuliță fluture *4*, șuruburile de prindere

5 și axul articulației 6. Prisma se fixează sub unghiul dorit astfel ca axa piesei să ocupe poziția orizontală (fig. 6.6, *b*) după care piesa se trasează în mod obișnuit.

6.4. *Suporturi*

Suporturile au forme variate și servesc la susținerea pieselor la trasare. Ele pot fi universale și speciale. Din prima categorie fac parte: penele, suporturile cu role, șuruburile de calare, colțarele etc.

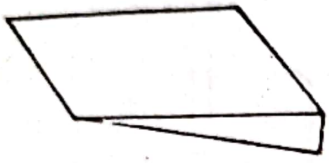


Fig. 6.7

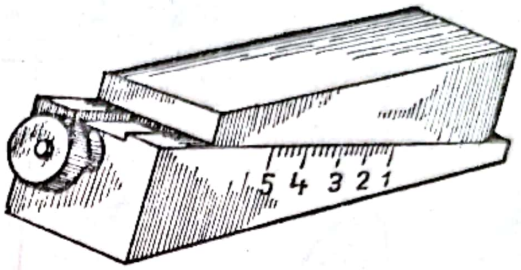


Fig. 6.8

Penele servesc la susținerea și reglarea în înălțime a piesei pe masa de trasare. Ele pot fi fixe (fig. 6.7) sau reglabile (fig. 6.8) avînd diferite unghiuri de înclinare.

Suporturile cu role se folosesc la susținerea pieselor foarte grele (fig. 6.9, *a*) la aceste suporturi se poate regla distanța dintre role. Rolele *1* se pot apropia sau depărta, fixîndu-se în canalele *2* în funcție de lungimea piesei pe care o sprijină.

În fig. 6.9, *b* este reprezentat același suport cu role, fixat pe un vinci cu șurub, care permite să se regleze înălțimile suportului cu role.

Șuruburile de calare sînt executate pe principiul vinciului cu șurub (fig. 6.10). Capul *1* al șurubului *3* se termină cu o articulație sferică, în care se montează suportul *2*, cu suprafața de sprijin striată pentru a împiedica alunecarea pieselor.

Colțarele sînt piese cu aripi egale (fig. 6.11, *a*) sau inegale (fig. 6.11, *b*) care fac, în general, un unghi drept între ele; pe aripi există orificii pentru prinderea cu șuruburi a pieselor în timpul trasării.

Reazemele paralele (fig. 6.12) sînt constituite din bucăți de oțel dublu T sau I, care se folosesc perechi.

Suporturile speciale au domenii de utilizare mai restrînse, corespunzătoare scopului. Astfel suportul înclinabil din fig. 6.13, *a* permite trasarea în spațiu a liniilor înclinate, indiferent de planul în care ele sînt situate. Dispozitivul se compune din prisma *4* care se rotește în suportul *1*

cu ajutorul mecanismului cu melc și roata melcată, acționat cu manivela *6*, și cadranul gradat *2*. Prisma se fixează în poziția aleasă cu ajutorul a două șuruburi, ale căror capete sînt așezate în niște canale în formă

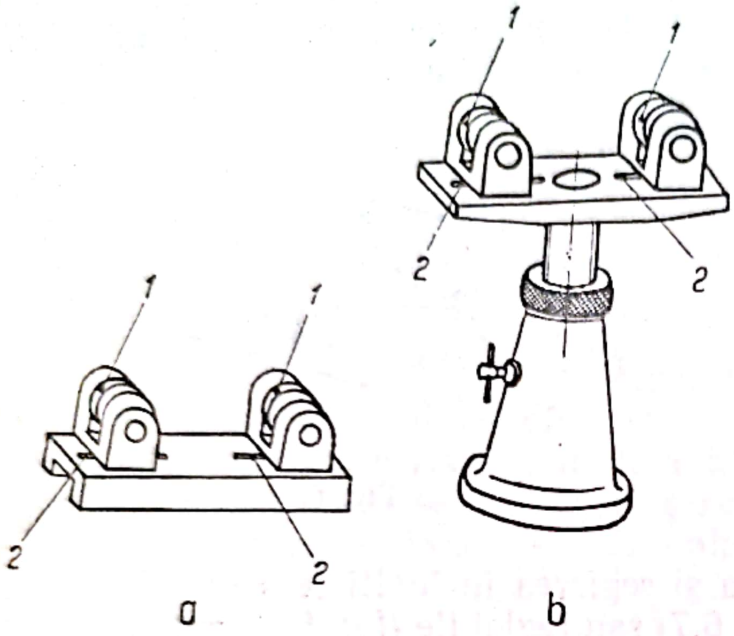


Fig. 6.9

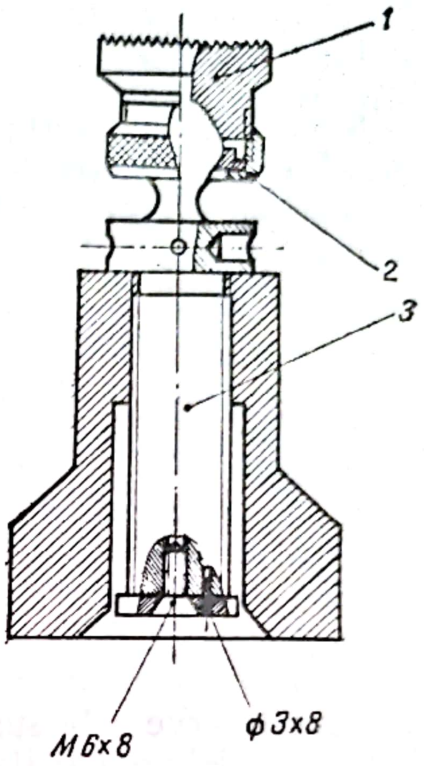


Fig. 6.10

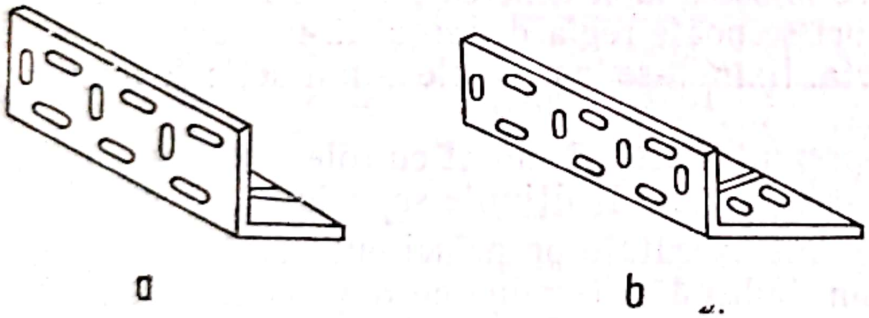


Fig. 6.11

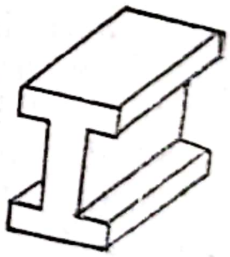


Fig. 6.12

de T. Ea are o scară gradată, iar pe suport are fixată scara vernierului. Dispozitivul are următoarele piese auxiliare: placa de ghidare *3*, echerul demontabil *7* și placa demontabilă *5*. Echerul se fixează de canalele în T ale prismei, cu ajutorul a două șuruburi *7*. Planul pe care se deplasează trasatorul paralel poate fi prelungit, fixînd placa demontabilă cu șuruburi de canalele din capătul echerului. Manivela *6* a mecanismului cu melc mai servește și drept cheie pentru strîngerea piuliților și șuruburilor, care fixează poziția prismei, și pentru strîngerea șuruburilor plăcii de ghidare.

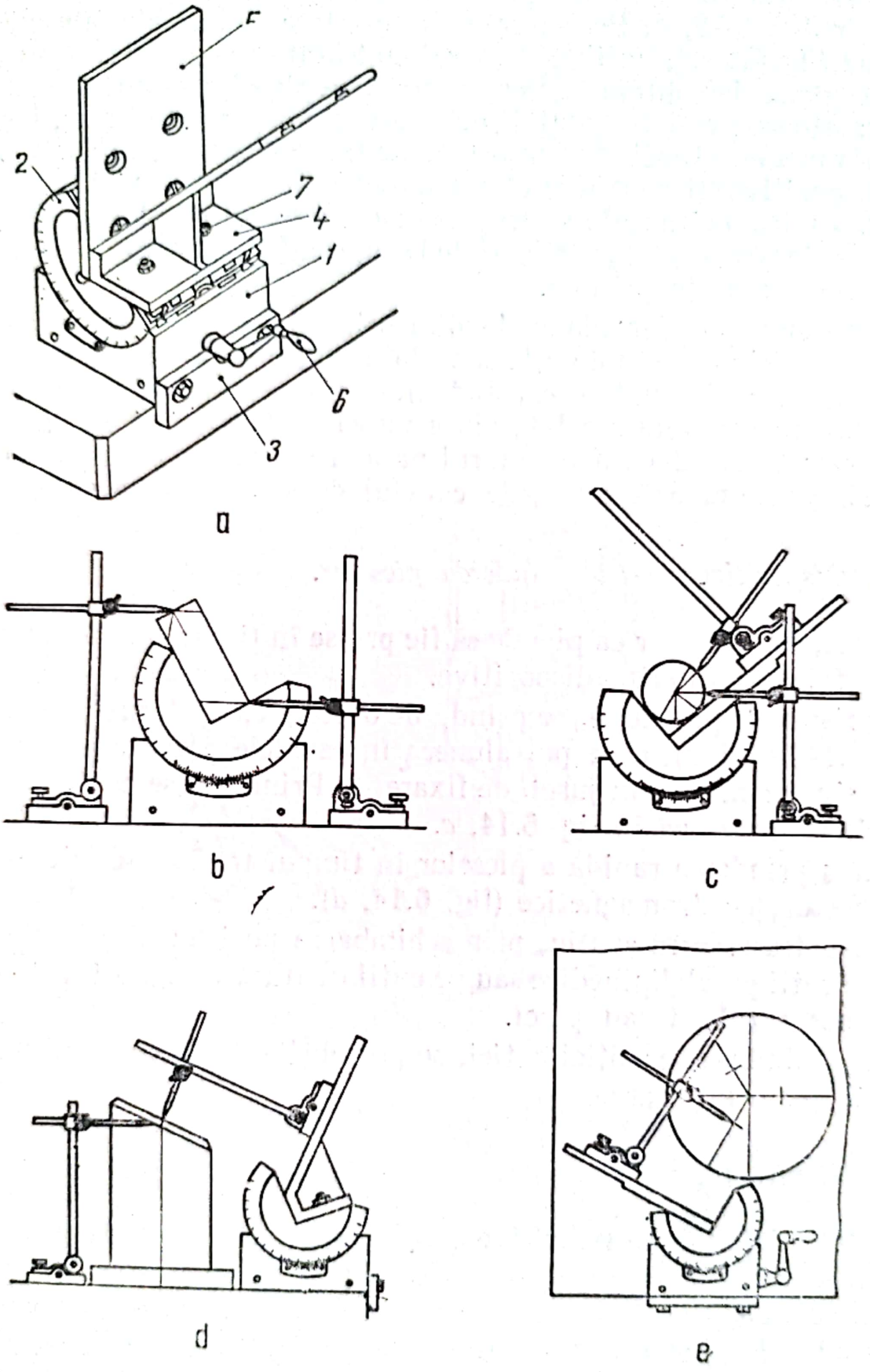


Fig. 6.13

Trasarea liniilor înclinate pe piese cu secțiunea dreptunghiulară este arătată în fig. 6.13, *b*. Pe suprafețele frontale și laterale ale pieselor cilindrice (fig. 6.13,*c*), liniile se trasează cu trasatorul paralel care se deplasează pe placa demontabilă. Pentru trasarea pieselor rotunde se folosesc două trasatoare paralele: unul din ele servește la trasarea liniei, iar celălalt la fixarea ei, atunci cînd cu primul se trasează linia următoare. Aranjarea dispozitivului pentru trasarea pieselor mari este arătată în fig. 6.13, *d*. Liniile orizontale se trasează cu trasatorul paralel de la suprafața mesei de trasare, cele verticale de la suprafața echerului, iar cele înclinate de la suprafața prismei.

La trasarea pieselor plane de dimensiuni mari (fig. 6.13, *e*) drept bază a dispozitivului se folosește suprafața lui frontală, sprijinită pe masa de trasare. Placa de ghidare se prinde în șuruburi pe suportul dispozitivului și alunecă pe suprafața laterală a mesei de trasare. Placa demontabilă pe care se deplasează trasatorul paralel se prinde, cu un șurub care trece prin gaura ei inferioară, de canalul de sus al prismei rotitoare.

6.5. *Dispozitive pentru prinderea pieselor.*

Uneori, este necesar ca piesele să fie prinse în timpul trasării, în acest scop se folosesc diferite dispozitive.

În prisme, *1*, piesele, *4*, se prind, de obicei, cu ajutorul unor etrieri, *2* (fig. 6.14, *a* și *b*), care pot aluneca în canalele prevăzute în prisme; piesele sînt prinse cu un șurub de fixare, *3*. Prinderea se poate face și cu șurub de strîngere ca în fig. 6.14, *c*.

Pentru prinderea rapidă a pieselor în timpul trasării se folosesc diferite suporturi electromagnetice (fig. 6.14, *d*).

Pentru trasarea în spațiu, prin schimbarea poziției piesei, piesele se prind pe cutii paralelipipedice sau pe cutii de trasare (fig. 6.14, *e*) cu ajutorul unor șuruburi sau plăci.

Prin schimbarea poziției cutiei, se pot obține toate cele trei plane de referință pentru trasare.

6.6. *Centre false*

Centrele false sînt dispozitive care se montează în găuri pentru a se putea însemna centrul acestora și a se obține un sprijin pentru piciorul compasului. De obicei, pentru a se putea materializa poziția centrului găurii unui alezaj se fixează în interiorul alezajului o placă de lemn sau de plumb, în care se punctează centrul.

Scanned with OKEN Scanner

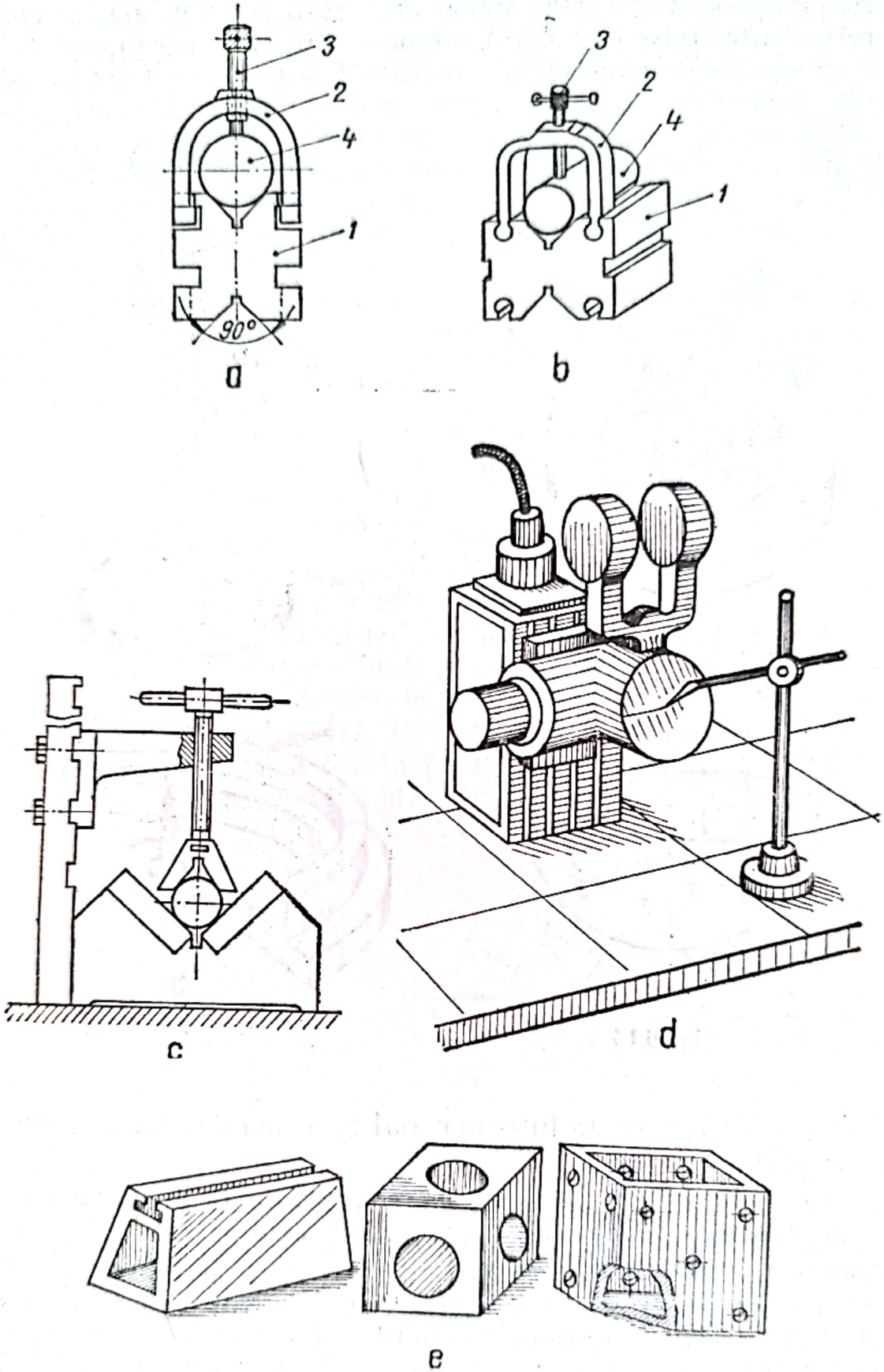


Fig. 6.14

Pentru a ușura operația de trasare și a asigura precizia, se construiesc diferite centre false (fig. 6.15) compuse dintr-o placă suport *1*, fixată în gaură cu trei șuruburi de așezare mobile *2*; placa suport are în centru o

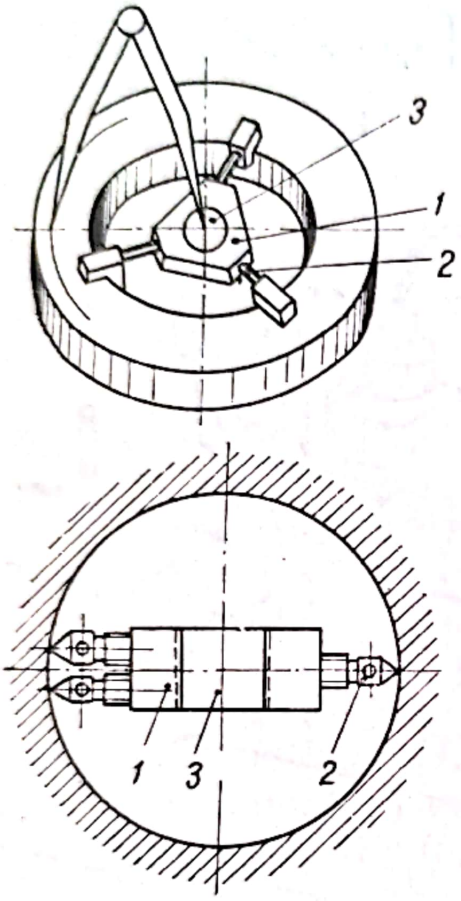


Fig. 6.15

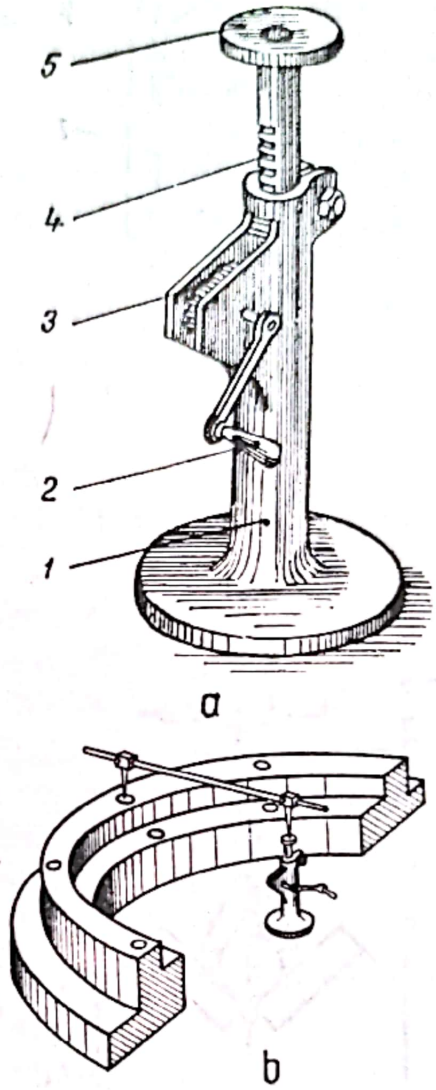


Fig. 6.16

plăcuță de plumb *3*, turnată într-un canal în formă de coadă de rîndunică în placa-suport *1*.

Trasarea pieselor cilindrice cu găuri centrale mari se face folosind centrele deplasabile. Un astfel de dispozitiv este arătat în fig. 6.16, *a*. Cu ajutorul roții dințate *3* și al cremalierei *4*, măsuța *5* pentru centru se ridică pînă la înălțimea necesară față de postamentul *1*. Poziția aleasă a măsuței se fixează cu ajutorul șurubului de strîngere *2*.

Datorită măsuței deplasabile, se creează posibilitatea trasării comode a cercurilor situate la înălțimi diferite (fig. 6.16, *b*).

Scanned with OKEN Scanner

6.7. *Dispozitive pentru determinarea centrelor*

Dispozitivele pentru determinarea centrelor se pot clasifica în:
— dispozitive pentru determinarea centrelor găurilor circulare;
— dispozitive pentru determinarea centrelor capetelor arborilor.

Cel mai des folosite dispozitive pentru determinarea centrelor sînt echerele de centrare (pentru găuri și pentru arbori), compasurile de centrare, prismele pentru determinarea centrelor, trasatoarele de centrare etc.

Echerele de centrare pentru găuri circulare, cu care se determină centrul acestora, se bazează pe proprietatea centrului de a se găsi pe perpendiculara ridicată pe mijlocul oricărei coarde a cercului care limitează gaura.

Pentru trasarea centrului alezajelor este necesar să se monteze centre false în interiorul acestora (v. fig. 6.15).

În fig. 6.17 este reprezentat un echer de centrare format dintr-un triunghi dreptunghic isoscel ABC, cu ipotenuza gradată avînd în mijlocul ei bara AD fixată perpendicular pe latura BC.

Punctul zero al scării gradate se află la intersecția perpendicularei AD cu ipotenuza BC. Pentru determinarea centrului, se așază echerul peste gaură, astfel încît circumferința găurii să intersecteze ipotenuza BC în două puncte egal depărtate de mijlocul ei. Se trasează pe centrul fals o linie după direcția AD, linie pe care se va găsi centrul cercului. Repetînd operația pentru o altă poziție a echerului, se determină centrul la intersecția celor două direcții ale perpendicularei AD.

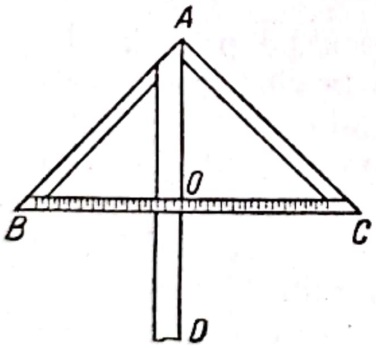


Fig. 6.17

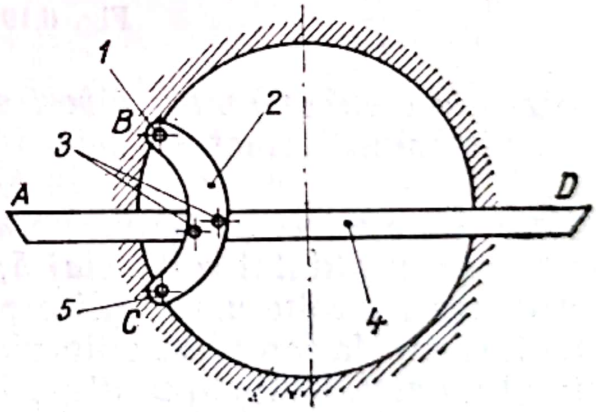


Fig. 6.18

Folosirea acestui dispozitiv cere atenție și timp mult pentru așezarea echerului, astfel încît perpendiculara AD să fie la mijlocul coardei. Pentru a se micșora timpul și a se mări precizia de trasare se folosește dispozitivul din fig. 6.18. Rigla *4* este fixată cu șuruburile *3* de o piesă în formă de semilună *2*, care are la extremități două știfturi egale *1* și *5*.

Scanned with OKEN Scanner

Rigla *4* este fixată cu muchia *AD* la jumătatea distanței *BC* dintre axele știfturilor și perpendiculară pe direcția *BC*. La trasare, dispozitivul se așază cu cele două știfturi sprijinite pe periferia găurii, centrul găsindu-se undeva pe direcția *AD*. Operația de trasare se face folosindu-se două poziții ale dispozitivului. Este indicat să se folosească poziții situate la 90°, pentru ca eroarea să fie minimă.

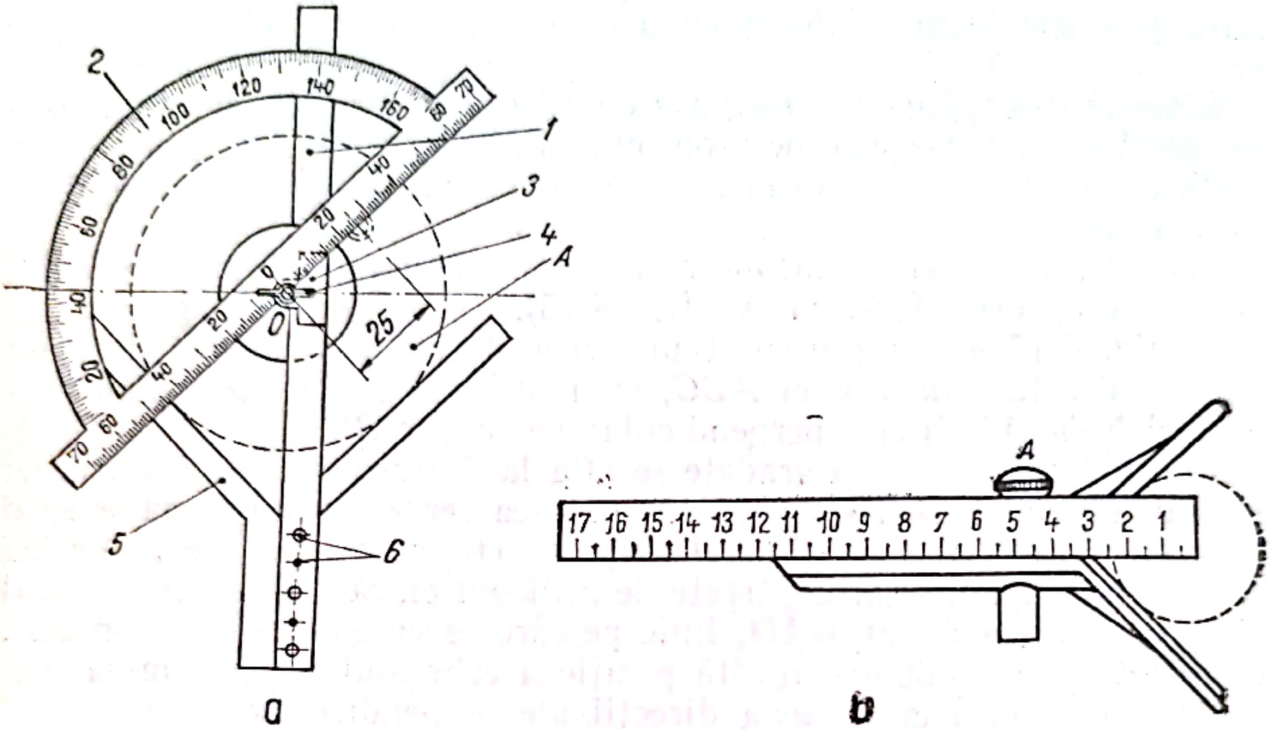


Fig. 6.19

Echerele de centrare pentru arbori se bazează pe proprietatea că bisectoarea unghiului format de două tangente la cerc trece prin centrul cercului.

În fig. 6.19, *a* este reprezentat un astfel de echer. Rigla *1* este fixată ca bisectoare a unghiului colțarului *5*, cu șuruburile *6*.

Pentru trasare, colțarul se aplică pe arborele *A*, astfel încît laturile lui să fie tangente la suprafața cilindrică a arborelui și se trasează o linie cu ajutorul riglei *1*. Rotindu-se dispozitivul cu un unghi de aproximativ 90°, se trasează o a doua linie. Intersecția celor două linii determină centrul căutat.

Dispozitivul descris mai poate fi completat cu un raportor *2*, care, cu ajutorul cursorului *3* și al piuliței fluture *4*, se poate centra și apoi roti în jurul axei *O* a arborelui. Astfel se pot trasa găuri situate sub diferite unghiuri și distanțe față de axa arborelui.

Unele echere de centrare pentru arbori au rigla gradată culisantă (fig. 6.19, *b*).

Compasul de centrare (fig. 6.20, *a*) se compune dintr-un braţ cu vîrf ascuţit şi cu braţ îndoit. El serveşte la determinarea centrului pieselor cînd se cunoaşte circumferinţa lor, procedîndu-se astfel (fig. 6.20, *b*): cu o deschidere puţin mai mare decît raza, se sprijină braţul îndoit pe exteriorul suprafeţei cilindrice în punctul *M* şi se trasează un arc

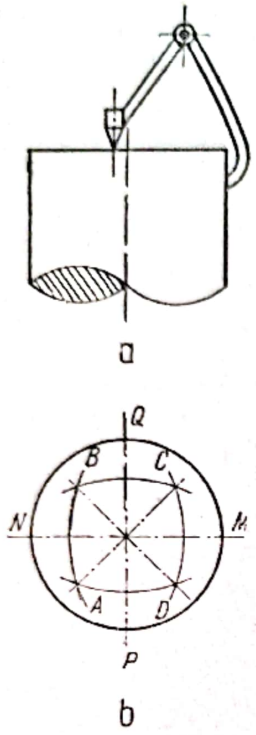


Fig. 6.20

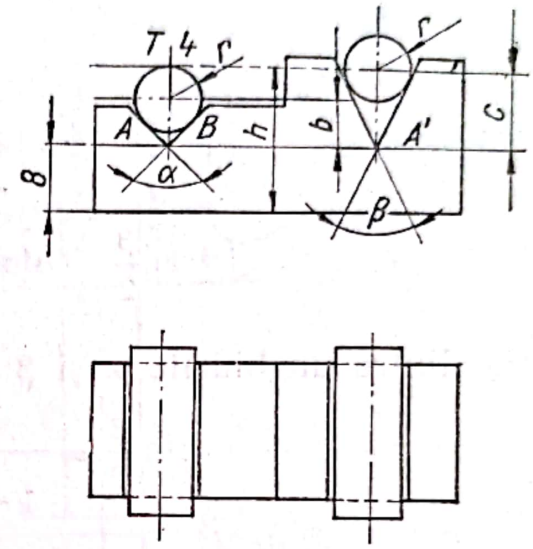


Fig. 6.21

de cerc, *AB*. Fără să se modifice deschiderea compasului, se apreciază un punct *N*, aproximativ diametral opus punctului *M*, din care se trasează arcul *CD*. Se repetă operaţia pentru alte două puncte diametral opuse *Q* şi *P*($\overline{QP}$ aproximativ perpendicular pe $\overline{MN}$). Centrul se găseşte la intersecţia dreptelor *AC* şi *BD*. Metoda este aproximativă, precizia ei depinzînd de perpendicularitatea diametrelor *MN* şi *QP*.

Prismele, pentru determinarea centrelor capetelor arborilor, se utilizează cînd este necesară trasarea centrului la un număr mare de arbori cu diametrul mai mic de 100 mm şi în timp scurt, utilizînd un dispozitiv ca cel din fig. 6.21. Arborele se aşază în prima prismă *A* şi, cu ajutorul trasatorului paralel gradat, se determină înălţimea *h* a punctului de tangenţă cel mai de sus, *T*, al suprafeţei cilindrice a arborelui. Se mută arborele pe prisma *A'* şi, cu trasatorul paralel fixat la cota *h*, se trasează o linie pe capul arborelui. Se roteşte arborele cu aproximativ 90° şi, cu aceeaşi deschidere a trasatorului, se trasează a doua linie. Intersecţia lor determină centrul căutat.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru ca trasarea să se poată face în modul arătat, vîrful prismelor A și A' trebuie să se găsească într-un plan paralel cu baza dispozitivului, iar unghiurile prismei să fie într-un raport determinat. Notîndu-se cu α unghiul prismei A și cu β cel al prismei A' și cu notațiile din figură, de obține:

$$h = a + b + r = a + c \quad \text{unde} \quad c = b + r,$$

dar

$$b = \frac{r}{\sin\frac{\alpha}{2}} \quad \text{și} \quad c = \frac{r}{\sin\frac{\alpha}{2}};$$

rezultă deci că

$$\frac{r}{\sin\frac{\beta}{2}} = \frac{r}{\sin\frac{\beta}{2}} + r.$$

Relația dintre unghiurile α și β devine:

$$\sin\frac{\beta}{2} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}}}$$

Luîndu-se, de exemplu, constructiv $\alpha = 90°$, rezultă $\beta = 48°56'$.

Unghiurile prismelor trebuie executate precis, pentru a nu se introduce erori de construcție.

Trasatorul paralel de centrare (fig. 6.22) se folosește atît la trasarea centrului capetelor arborilor, cît și a alezajelor. El se compune dintr-un trasator cu tijă verticală gradată *1* și un cursor cu vernier *2*, pe care se fixează o piesă specială; aceasta are la un capăt un vîrf prismatic *4*, iar la celălalt capăt un gol prismatic. Piesa *3* este montată cu axa sa de simetrie AB perpendiculară pe tija trasatorului. Dispozitivul se apropie de arborele așezat pe suporturi pe masa de trasare, astfel încît ambele laturi ale furcii *5* să fie tangente la suprafața cilindrică a arborelui. Astfel aranjat, cursorul se fixează pe tijă cu șurubul de fixare *6*. Cu ajutorul dispozitivului astfel reglat se verifică poziția piesei față de masa de trasare. Linia trasată cu vîrful prismei *4* este o axă. Centrul arborelui se va găsi la intersecția a două linii trasate cu vîrful *4* al trasatorului, pentru două poziții ale arborelui, care se obține prin rotirea acestuia cu 90° în suporturi.

Scanned with OKEN Scanner

6.8. *Ace de trasat*

Acele de trasat (fig. 6.23) servesc la trasarea liniilor pe piese; ele se execută din sîrmă de oțel de scule cu lungimea de 150—300 mm și diametrul de 2—4 mm.

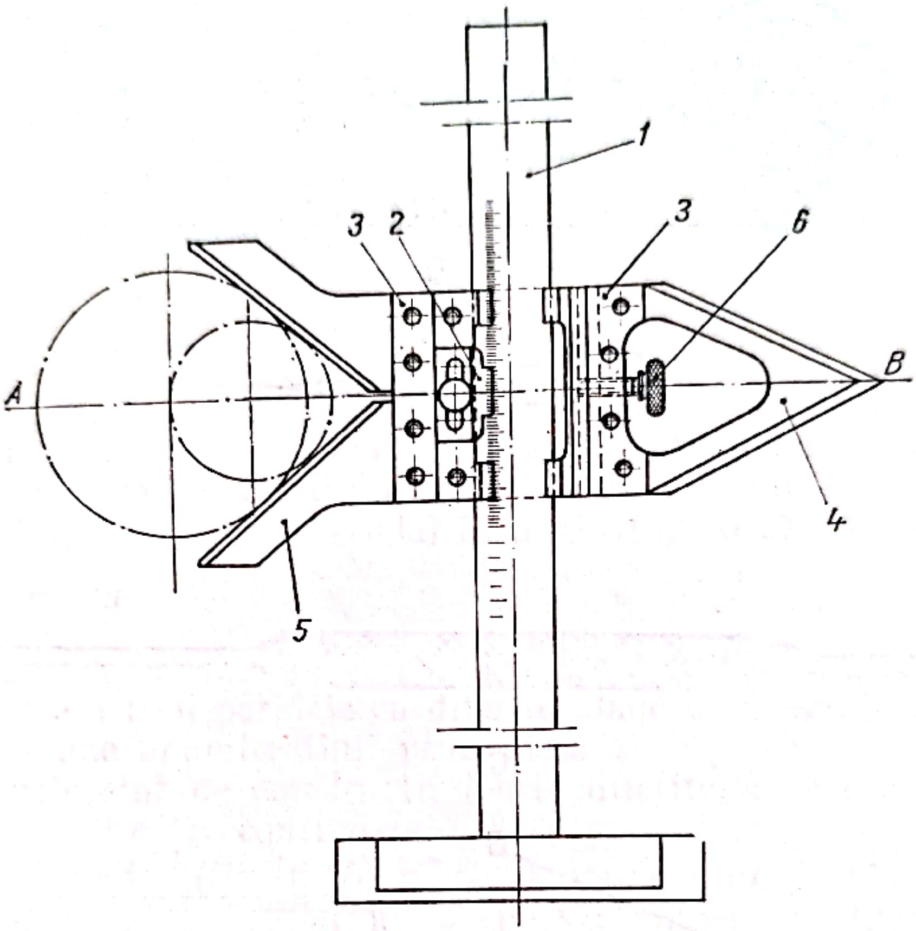


Fig. 6.22

Pentru a putea fi ușor mînuit, unul din capetele acului este îndoit sub formă de inel (fig. 6.23, *a*), prevăzut cu un mîner de lemn (fig. 6.23, *b*) sau îndoit în unghi drept, sîrma fiind trecută printr-un mîner metalic zimțat, fixat la mijlocul ei (fig. 6.23, *c*). Capătul îndoit servește la trasarea în interiorul găurilor sau în locuri greu accesibile. Vîrfurile se pot executa și detașabile, fixîndu-se în mîner prin înșurubare sau prin presare. Capetele ascuțite sînt călite. Pentru trasarea pe suprafețe finisate acul se confecționează din alamă, iar pentru trasarea tablelor de aluminiu și a semifabricatelor cu acoperiri de protecție, în locul acului de trasare se utilizează creioane de grafit.

Acul de trasat se folosește la trasarea liniilor pe piese cu ajutorul linealelor, echerelor, șabloanelor etc.

Scanned with OKEN Scanner

Afară de acele conice (din sîrmă), pentru trasare se mai folosesc și ace plate (fig. 6.23, *d*). Acul plat este o bară de secțiune triunghiulară ascuțită la capete și avînd muchia AB rectilinie.

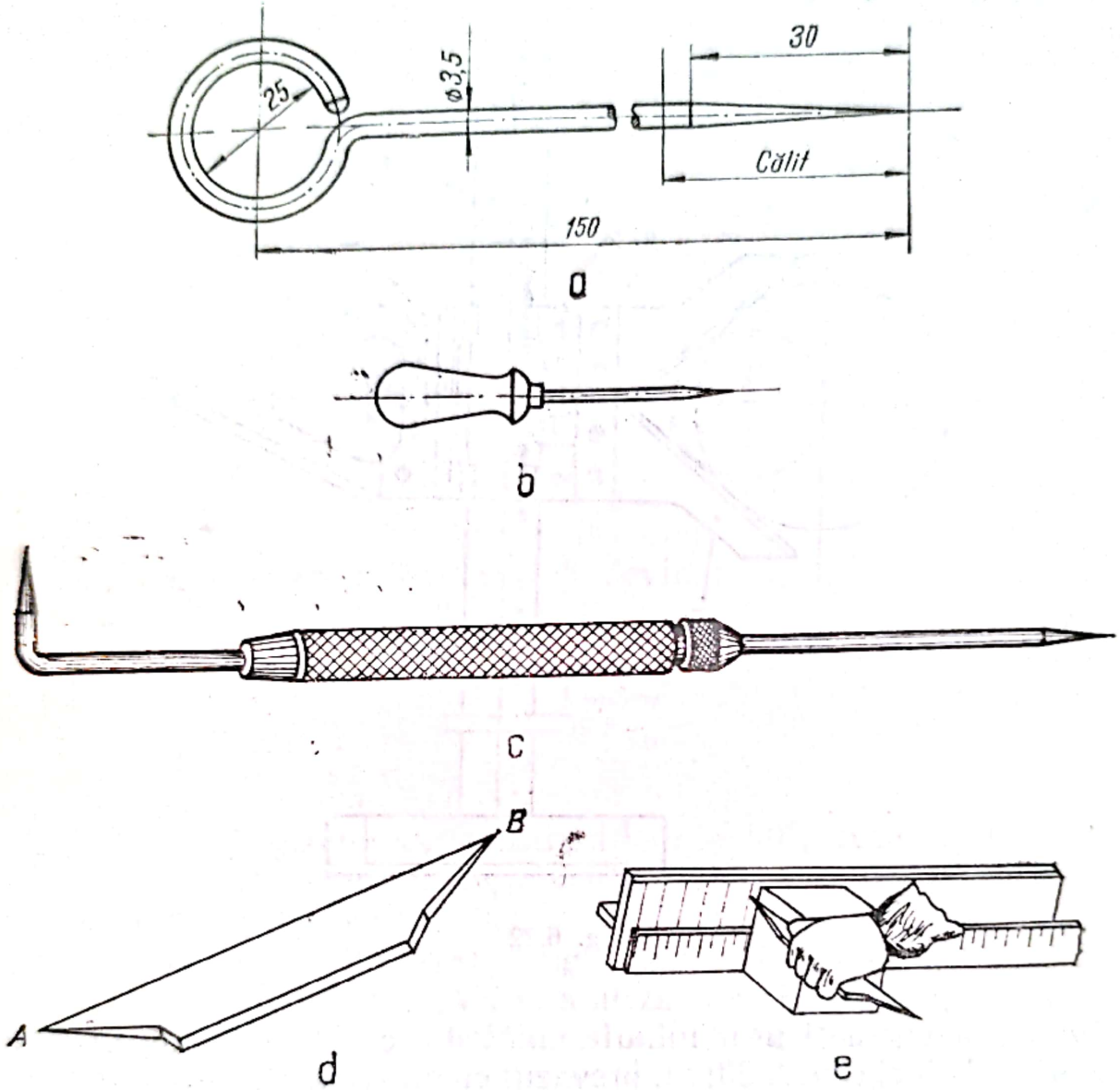


Fig. 6.23

Acul de trasat plat servește la trasarea liniilor, alunecînd pe o suprafață de ghidare plană (fig. 6.23, *e*).

6.9. *Lineale*

Linealele sînt rigle simple în formă de bare cu muchii drepte și călite avînd cel puțin o față plană. Ele servesc la trasarea liniilor drepte pe suprafețele plane (fig. 6.24, *a*). De obicei lungimea lor nu depășește

Scanned with OKEN Scanner

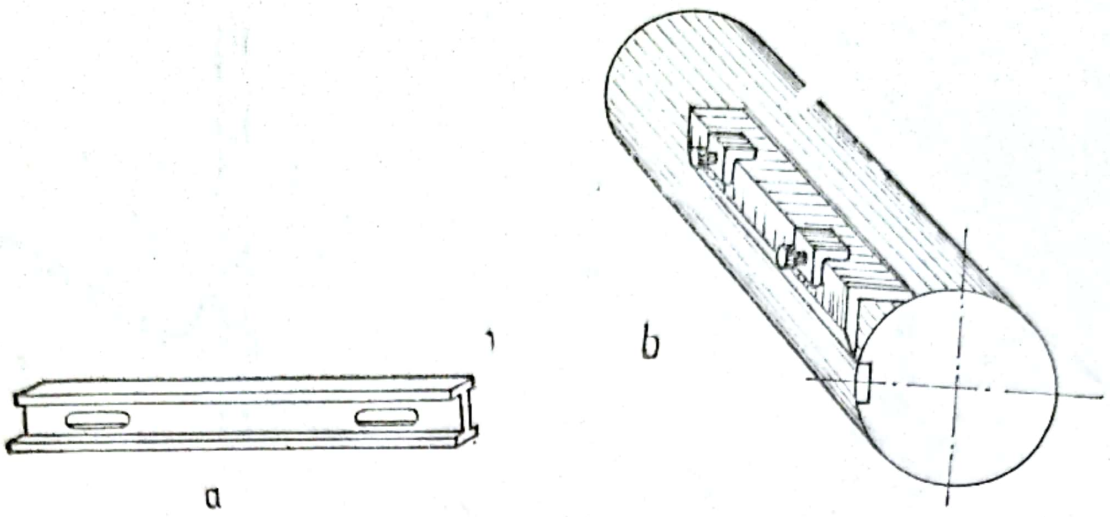


Fig. 6.24

3 m. Linealele se folosesc și la verificarea suprafețelor plane prin metoda liniei de lumină. Pentru trasarea liniilor drepte pe suprafețe cilindrice se folosește linealul (rigla) în unghi (fig. 6.24, *b*).

6.10. *Paraleluri*

Paralelurile (trasatoarele paralele) sînt instrumente cu ajutorul cărora se pot trasa linii paralele cu diferite plane de referință sau cu care se pot transpune anumite linii pe o piesă.

Paralelurile sînt de construcții foarte diferite, cele mai răspîndite fiind cele descrise în continuare.

Paralelul simplu (fig. 6.25, *a*) se compune dintr-o placă-suport *1*, tija cilindrică verticală *2*, șurubul *3*; pe tijă alunecă cursorul *4*, care se poate fixa la diferite înălțimi cu șurubul *5*. Cursorul poartă acul de trasat *6*, fixat în poziția de lucru cu șurubul *7*. Paralelul simplu se poate regla numai în lungul tijei *2* și în planul vertical al acului *6*. Acul poate avea vîrful conic (ascuțit) sau în formă de daltă (plat). Placa-suport se execută din fontă sau oțel, avînd o singură față prelucrată fin, care se așază pe masa de trasare, sau mai multe fețe plane prelucrate, în ultimul caz avînd forma unei prisme de control.

Pentru trasare, acul se fixează în poziția dorită, apoi, prin deplasarea suportului *1* pe masa de trasare, acul descrie o linie paralelă cu suprafața mesei.

Paralelul universal (fig. 6.25, *b*) se compune dintr-un corp de fontă *1*, în care este articulată piesa *2* în axul orizontal *3*. Tija *4* este articulată cu placa *2* și poate fi fixată în diferite poziții cu ajutorul șurubului *5*. Acul de trasat *6* este articulat în cursorul *7* și poate fi fixat cu șurubul *8*. El se poate roti în plan orizontal și vertical. Șurubul micro-

Scanned with OKEN Scanner

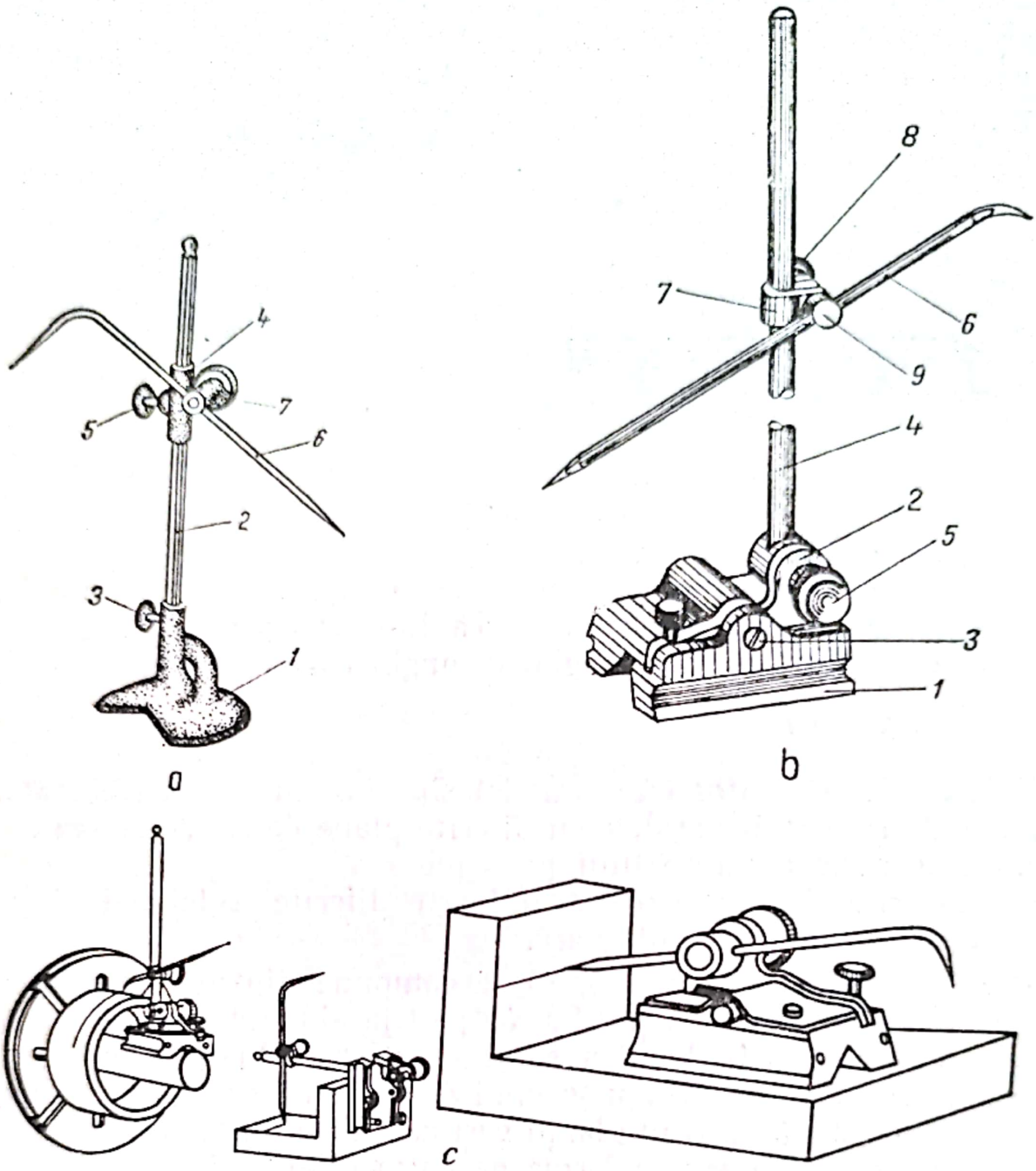


Fig. 6.25

metric de reglaj *9* servește la reglajul fin al vîrfului acului în poziția dorită. Placa suport *1* are un canal în formă de V, în care se poate monta acul în locul tijei *4*. Datorită construcției sale, paralelul universal poate fi folosit în diferite cazuri de trasare (fig. 6.25, *c*).

Paralelul multiplu se folosește pentru trasarea simultană a mai multor linii paralele; acesta are fixate pe tija suport mai multe ace de trasat (fig. 6.26).

La paralelul cu arc (fig. 6 27, *a*), cursorul *1* culisează pe tija verticală *2* și se fixează la înălțimea dorită cu șurubul *3*. De cursorul *1* este fixat un braț, *4*, care are art.culat acul *5*. Arcul elicoidal *6*, fixat de braț

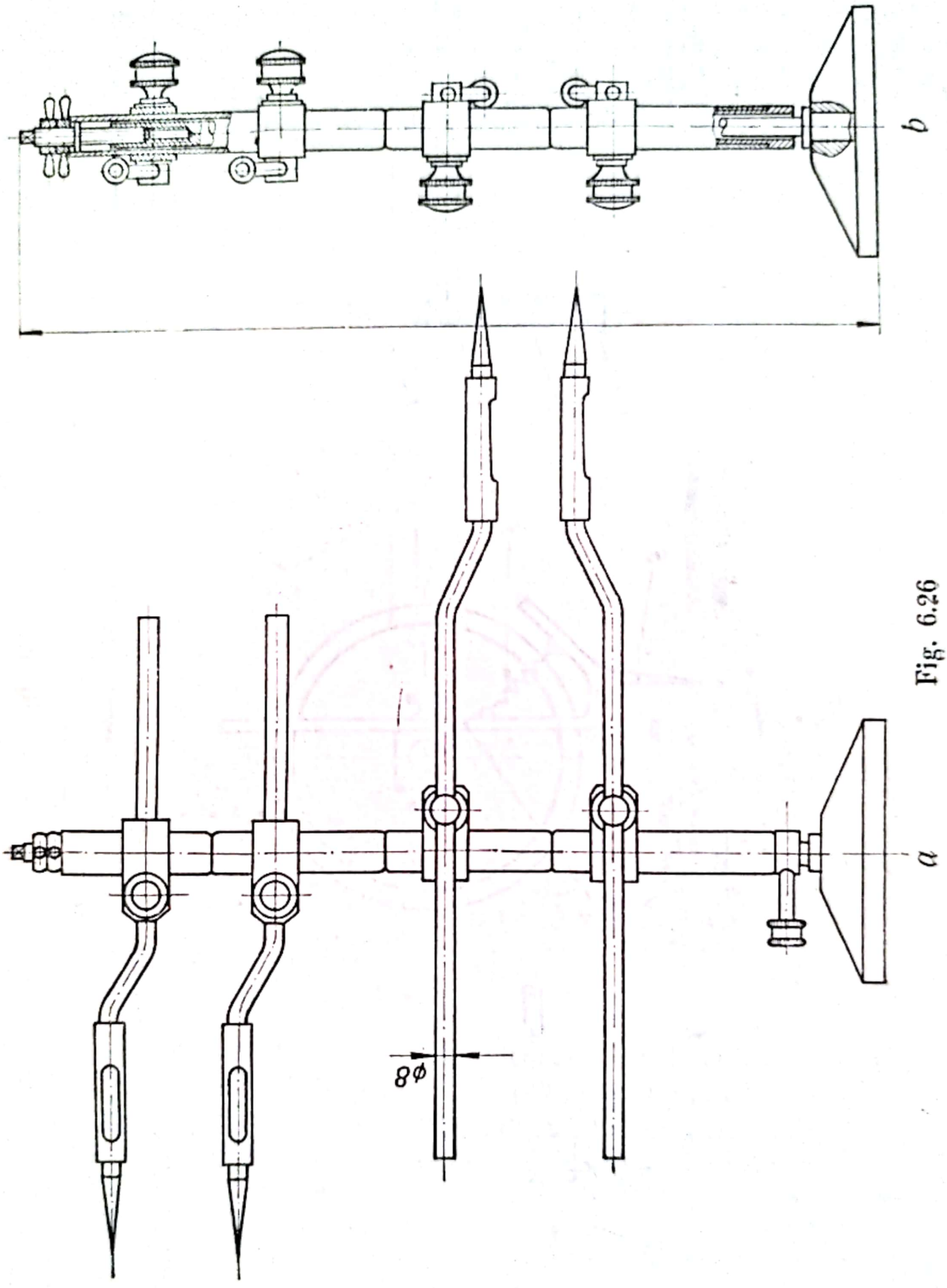


Fig. 6.26

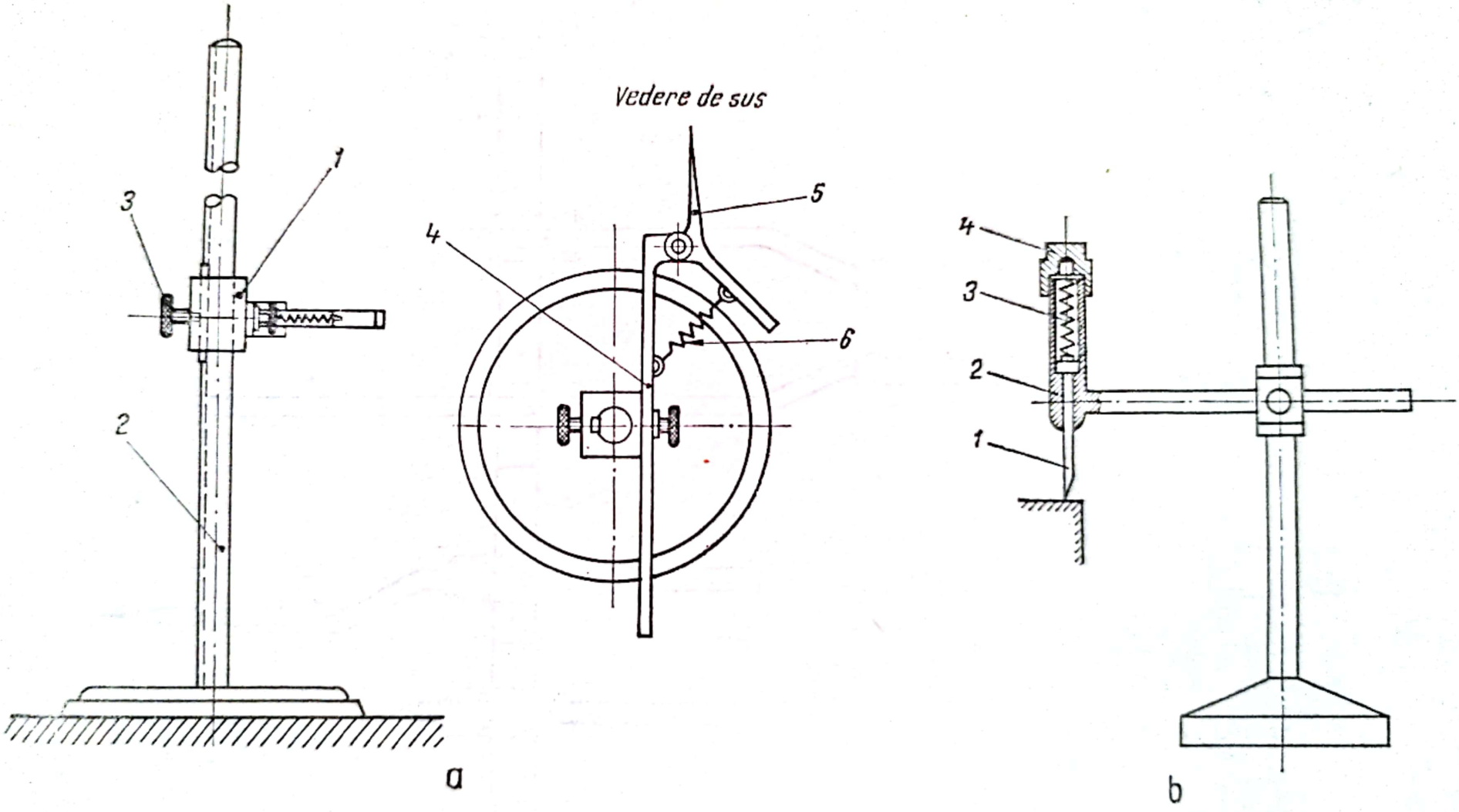


Fig. 6.27

Scanned with OKEN Scanner

și de ac, tinde să apese continuu acul pe suprafața piesei de trasat, dîndu-i în același timp posibilitatea să oscileze cînd întîlnește vreun obstacol. Prin aceasta se înlătură dezavantajul paralelurilor fără arc de a nu trage o linie paralelă continuă, atunci cînd vîrful acului întîlnește în cale anumite proeminențe pe suprafața piesei.

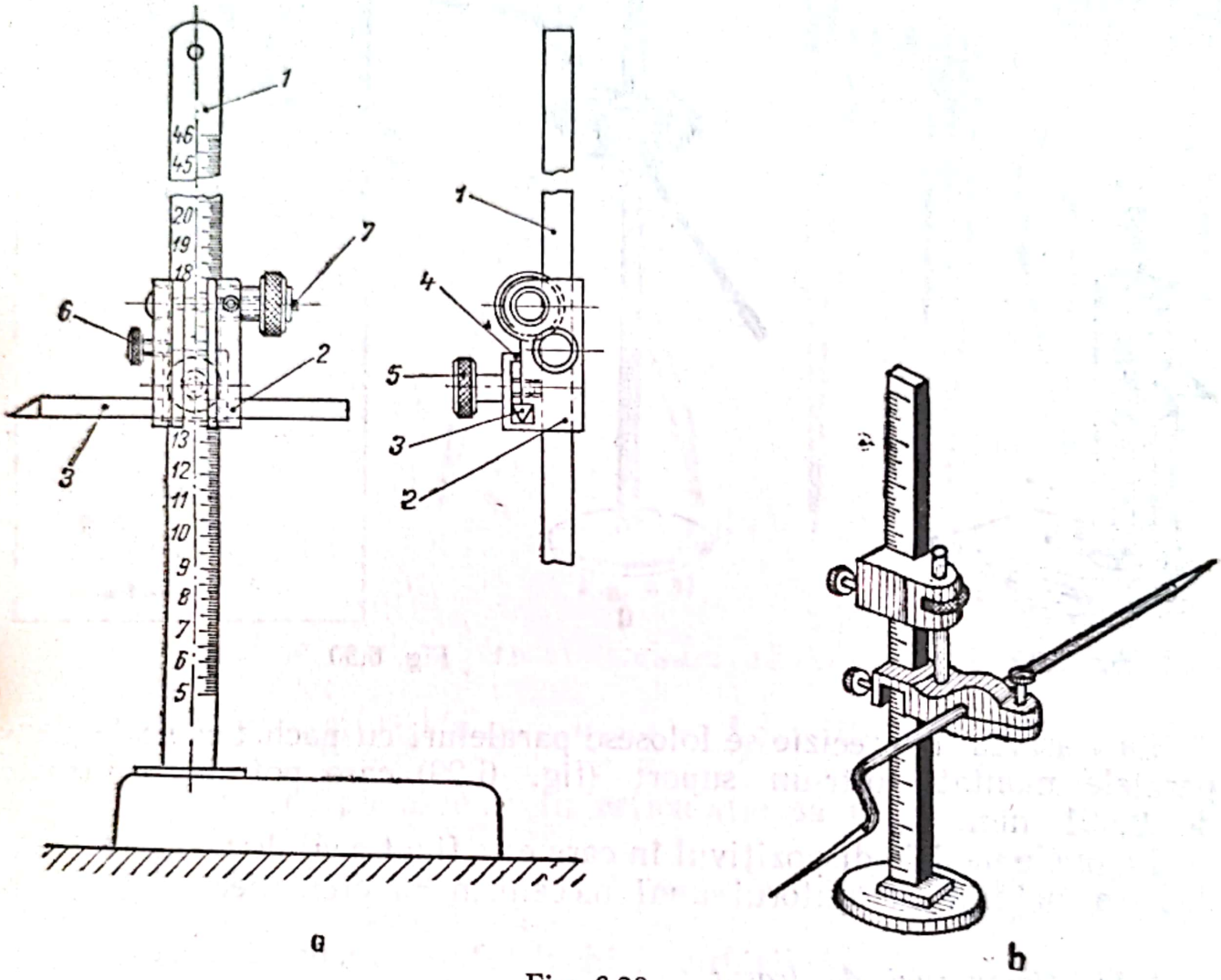


Fig. 6.28

Fig. 6.27, *b* reprezintă tot un paralel cu arc însă cu ac vertical. Acul *1* este ghidat vertical de piesa *2* și apăsat permanent în jos de arcul *3*. Presarea arcului se poate regla cu capacul *4*. Paralelurile fără tijă verticală gradată prezintă dezavantajul că pentru fixarea acului la o anumită distanță de planul de referință este necesar să se folosească o riglă verticală gradată sau alt dispozitiv de măsurat, ceea ce duce la operații manuale suplimentare și la micșorarea preciziei de trasare. *Paralelurile cu tija gradată* (fig. 6.28, *a*) se folosesc pentru lucrări de trasare mai precise. Precizia de măsurare este asigurată prin gradarea tijei verticale *1* și a cursorului *2*. Cursorul are un vernier cu care se poate face citirea dimensiunii cu o precizie de 0,05 mm. Acul de trasat *3* se

fixează în cursorul *2* cu ajutorul piesei *4* și al șurubului *5*. Cursorul se fixează în poziția dorită cu ajutorul șurubului *6*, iar deplasarea lui pe verticală se face cu ajutorul șurubului *7*. Un alt model de paralel cu tija gradată este arătat în fig. 6.28, *b*.

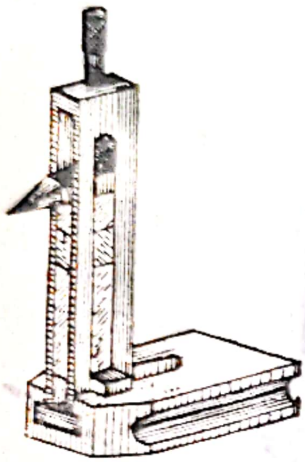
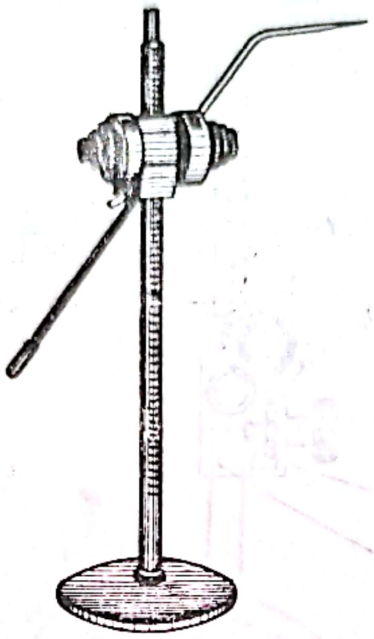


Fig. 6.29



a

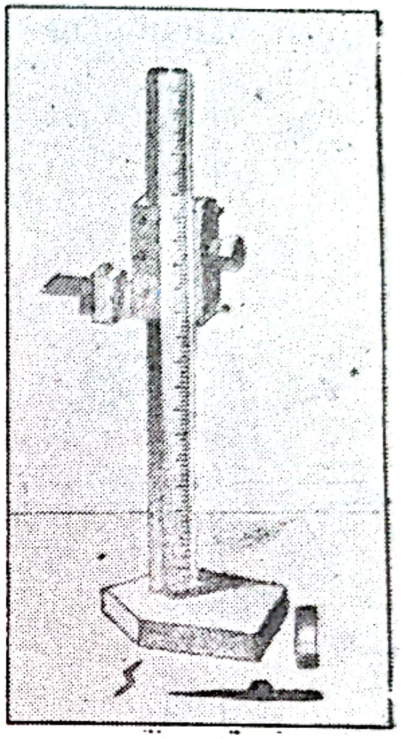


Fig. 6.30

La trasarea de precizie se folosesc paraleluri cu pachet ede cale plan-paralele montate într-un suport (fig. 6.29) care pot da o precizie de 0,001 mm.

La unele modele dispozitivul în care este fixat acul de trasat se poate deplasa pe tijă cu ajutorul unui mecanism cu cremaliere (fig. 6.30).

6.11. *Compasuri de trasat*

Compasurile de trasat servesc la trasarea pe piese a cercurilor și arcelor de cerc, la împărțirea în părți egale a liniilor drepte și a cercurilor, la construirea unghiurilor etc.

Compasurile de trasat trebuie să aibă o construcție rigidă și rezistentă, deoarece solicitările la care sînt supuse picioarele în timpul trasării sînt apreciabile. Ele sînt de mai multe feluri.

Compasul simplu (fig. 6.31) este format din două brațe de oțel de scule articulate, cu vîrfurile călite și bine ascuțite; picioarele compasului se pot fixa la o anumită deschidere dorită. Articulația poate fi nituită (fig. 6.31, *a*) sau cu arc (fig. 6.31, *b*). Deschiderea se menține constantă în timpul trasării cu ajutorul șurubului de fixare. Picioarele

Scanned with OKEN Scanner

compasului de trasat trebuie să fie egale și plane la partea inferioară.

În modelărie se folosesc și compasuri cu picioare de lemn și vîrfuri metalice (fig. 6.31, *c*), pentru trasarea cercurilor cu diametre mari (1 000—1 200 mm).

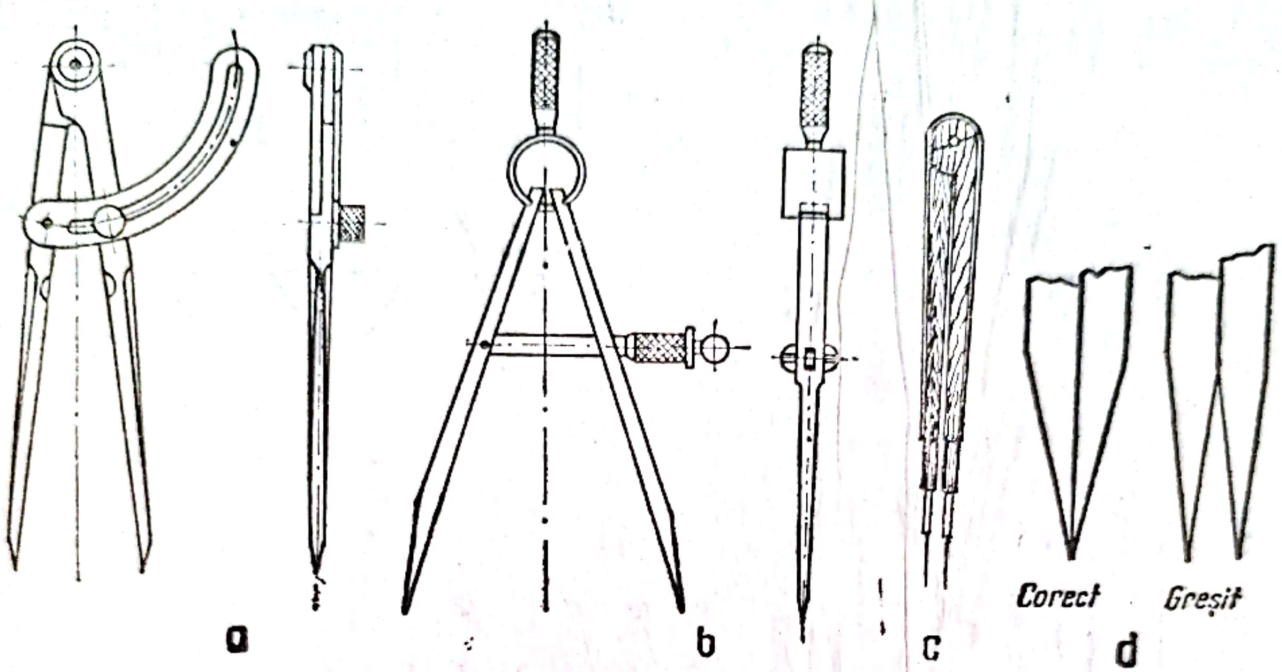


Fig. 6.31

Compasurile pentru trasat trebuie să îndeplinească următoarele condiții tehnice:

— capetele active ale picioarelor să fie călite pe o lungime de circa 20 mm;

— îmbinarea picioarelor în articulație să fie fără joc;

— depărtarea picioarelor să se poată face fără deviere;

— cînd compasul este închis, vîrfurile lui trebuie să rămînă strîns lipite (fig. 6.31, *d*).

Compasurile cu vîrfurile reglabile (fig. 6.32) se folosesc cînd centrul cercului nu se află în planul acestuia. Aceste compasuri prezintă avantajul că vîrfurile se pot înlocui după uzare, fără să se arunce corpul compasului.

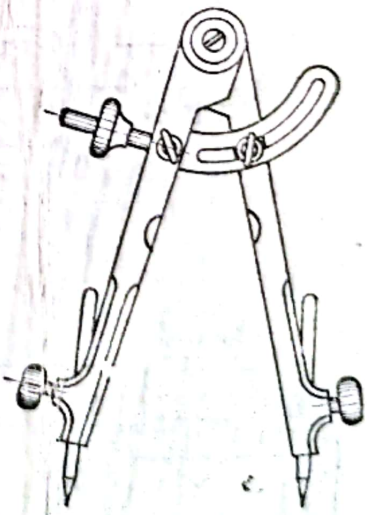


Fig. 6.32

Compasul de bară (fig. 6.33, *a*) se compune dintr-o tijă gradată *1*, care are la un capăt acul de trasat *2*, fixat cu șurubul *3*. Un cursor *10*, prevăzut cu vernier, se poate fixa și regla la deschiderea dorită cu șuruburile *6*; cursorul *10* este prevăzut cu un al doilea ac de trasat *4*, fixat cu șurubul *5*. Acest compas se folosește pentru trasarea de precizie.

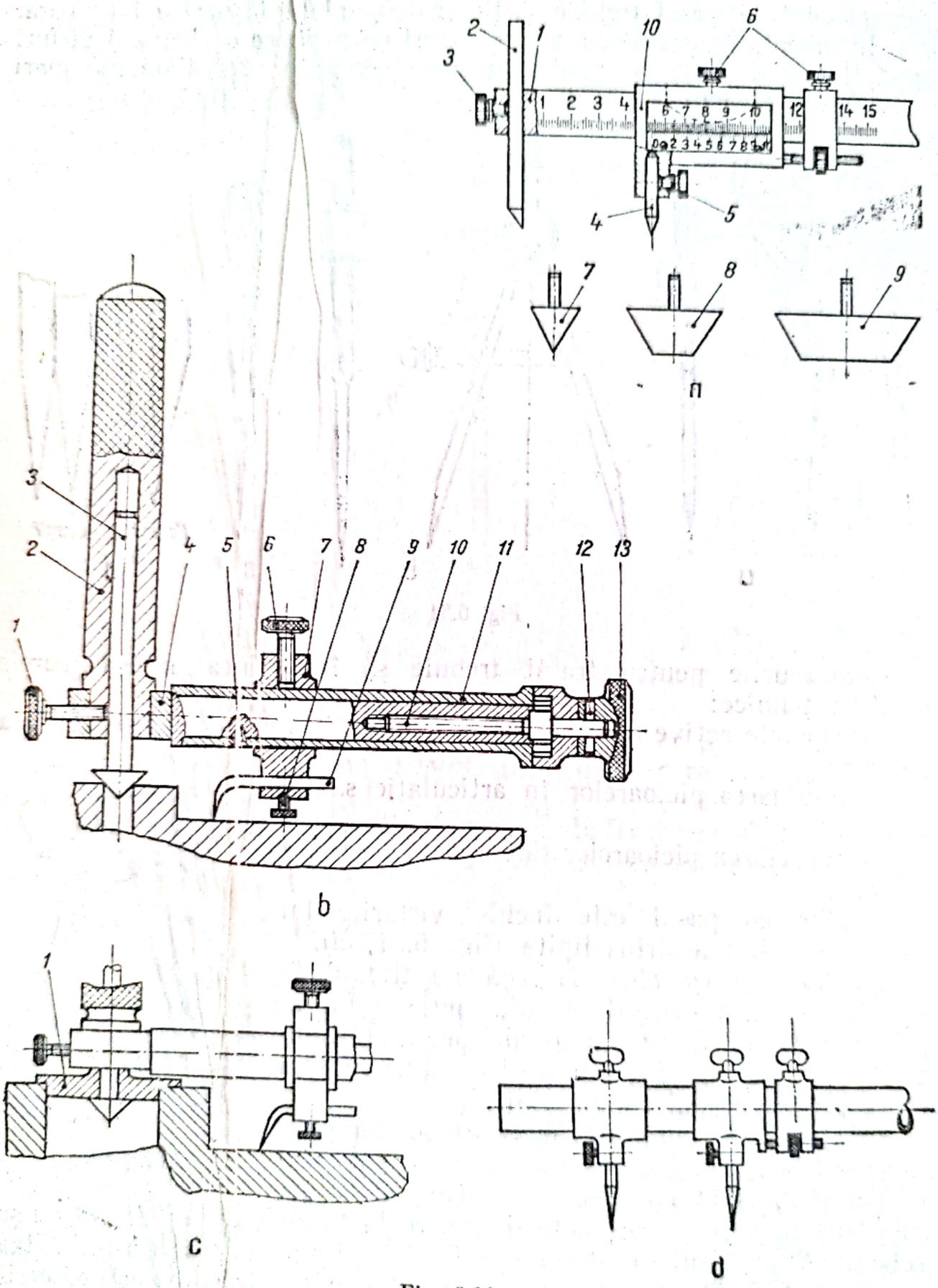


Fig. 6.33

Dacă în centrul cercului este o gaură, în locul acului *4* se montează după caz, piesele de centrare *7*, *8* sau *9*.

Un alt tip de compas special pentru trasarea cercurilor în al căr centru se află o gaură este arătat în fig. 6.33, *b*. Piciorul de centrare *3*, prevăzut cu un capac conic, se sprijină pe gaură și se fixează cu șurubul *1* în mînerul *2*, o dată cu pîrghia *4*. Pe această pîrghie poate culisa țeava *11*, împiedicată să se rotească de șurubul *5*. Țeava *11* culisează în lungul pîrghiei *4*, acționată de șurubul *10*, care este solidar cu butonul *13*, prin intermediul știftului *12*. Pe țeavă se găsește cursorul *7*, care se fixează cu șurubul *6*. Cursorul poartă acul de trasat *9*, care se fixează cu șurubul *8*. Pentru trasare trebuie avut grijă ca piciorul de centrare să rămînă în lungul găurii de centrare. Reglajul grosolan al razei cercului se face prin deplasarea cursorului *7* pe țeavă, iar cel fin, prin rotirea butonului *13*.

În cazul cînd gaura are diametru mare, se folosește același compas, însă pe piciorul de centrare se montează discuri de centrare adecvate, *1* (fig. 6.33, *c*).

Pentru cercuri cu diametrul de 3 000—4 000 mm se folosesc compasuri cu bară ca în fig. 6.33 *d*, construite dintr-o riglă, de obicei gradată, pe care e fixat în unghi drept un braț scurt cu vîrf și pe care poate aluneca un al doilea braț mobil, ce se poate fixa cu un șurub de presiune la distanța dorită. Rigla poate fi metalică, de lemn sau de lemn întărit cu lame metalice.

Cînd trebuie trasat un cerc pe o suprafață sferică sau cilindrică, se folosește un compas cu bară special (fig. 6.34); acest compas are o bară *3*, gradată simetric față de o piesă centrală *2*, care poartă cuțitul de cen-

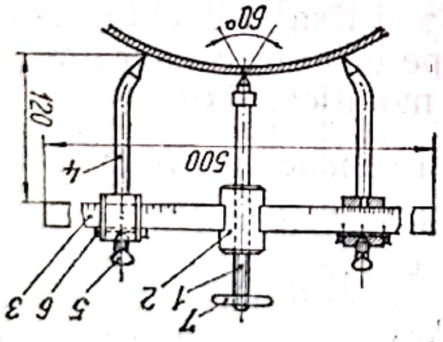


Fig. 6.34

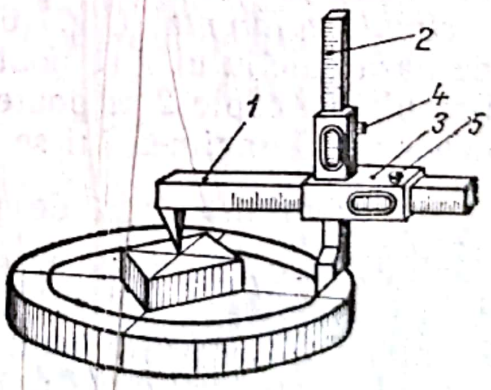


Fig. 6.35

trare *1*, ce se fixează în piesă cu mînerul *7*. Pe bară alunecă cursoarele *6*, care poartă acele de trasat *4*, fixate cu șuruburile *5*.

Compasul șubler (fig. 6.35) se folosește la trasarea de precizie în aceleași cazuri ca și compasul cu vîrfuri reglabile. El se compune din două

rigle gradate *1* și *2*, prevăzute cu brațe ascuțite la vîrf, care pot aluneca pe direcția perpendiculară pe manșonul *3*. Manșonul este prevăzut cu două ferestre gradate pe principiul vernierului. Șuruburile *4* și *5* servesc la fixarea riglelor la cotele necesare.

Tot pentru trasarea de precizie se folosește un compas special (fig. 6.36, *a*) compus din caseta *1*, în care se introduc calele plan-paralele

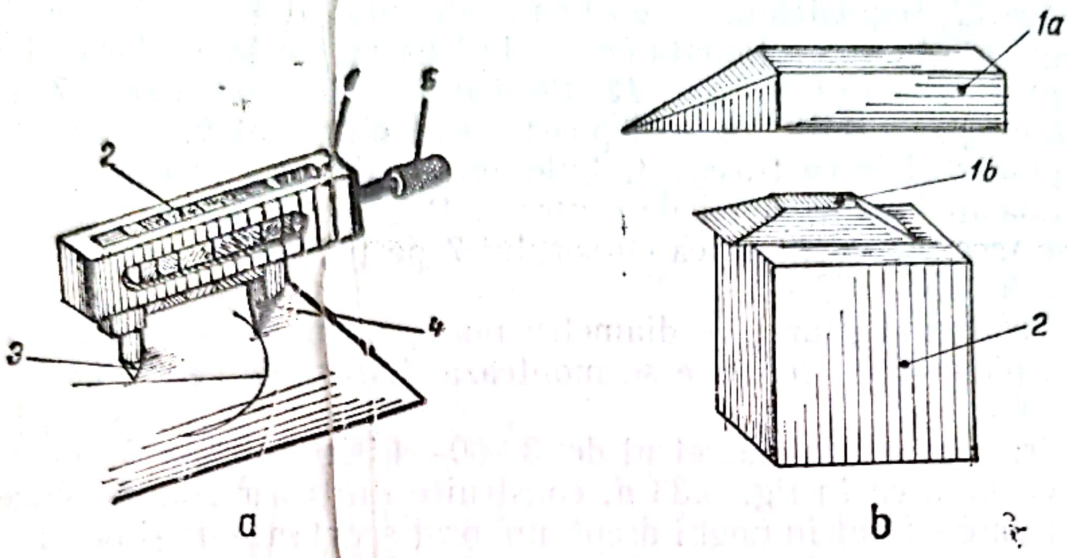


Fig. 6.36

etalon *2*. Acestea mențin piciorul *3* al compasului la distanța necesară de acul de trasat *4* care poate avea diferite forme, *1a* și *1b* (fig. 6.36, *b*). Pachetul de cale se fixează cu șurubul *5*.

La compasul pentru trasarea liniilor de intersecție a cilindrilor și conurilor circulare drepte (fig. 6.37) unghiul piciorului conducător *3* față de baza călcîiului *1* se poate varia și fixa la unghiul de înclinare dorit. Brațul telescopic *2* se poate fixa pe piciorul conducător *3* cu ajutorul inelelor *5*. Lungimea lui se poate modifica, fixîndu-se la distanța dorită $\frac{D_1}{2}$ și unghiul α față de piciorul conducător, fixarea în poziția dorită făcîndu-se cu ajutorul articulației *6*. Acul de trasat *4*, poate să alunece de-a lungul axei sale față de brațul *2* în timpul trasării. În cazul trasării liniei de intersecție a unei suprafețe cilindrice cu o altă suprafață, unghiul α este egal cu 90°. În cazul în care se trasează un con, unghiul α se ia egal cu unghiul de la baza conului.

La dispozitivul pentru trasarea arcelor de cerc din fig. 6.38 brațele *1* pot glisa pe ghidajele *2*, care sînt prevăzute cu vîrfuri ascuțite. Cu ajuajutorul arcului *3*, brațele *1* se pot fixa sub unghiul dorit. În cazul în care se dau trei puncte ale unui arc de cerc, vîrfurile ghidajelor *2* se așază în cele două puncte extreme, iar acul de trasat *4* se așază în punctul in-

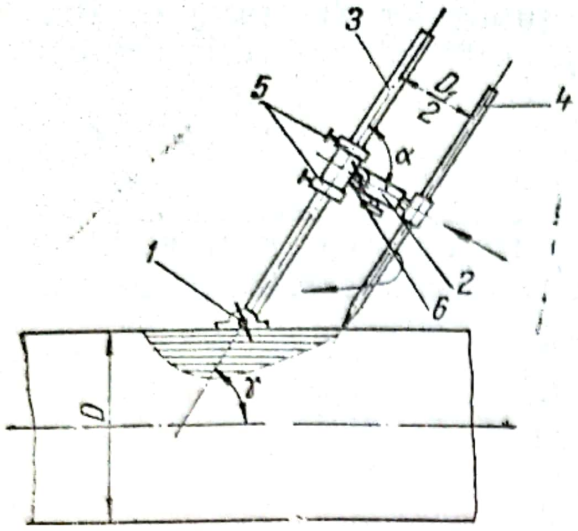


Fig. 6.37

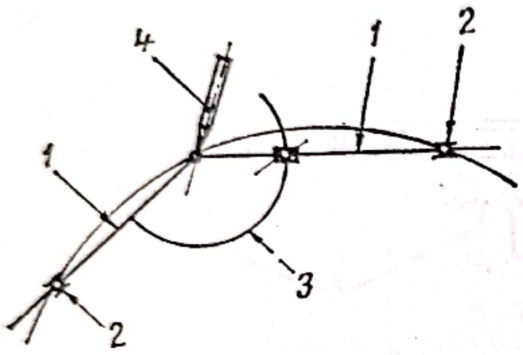


Fig. 6.38

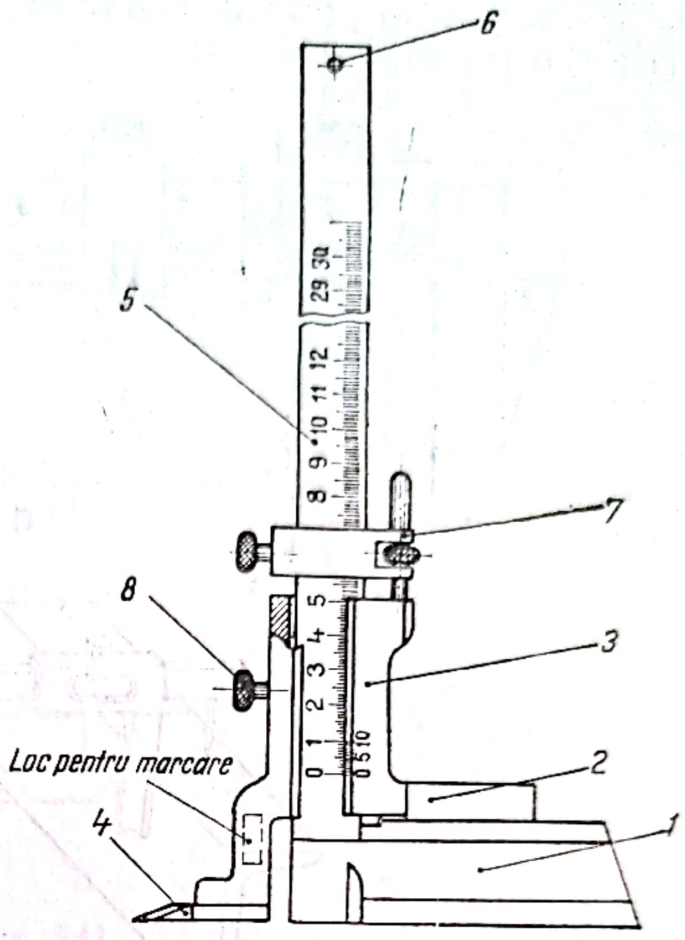


Fig. 6.39

termediar. În această poziţie se fixează arcul *3*. La descrierea unui arc de cerc cu acul de trasat *4*, braţele *1* alunecă pe ghidaje, care se pot roti în jurul axelor lor.

6.12. *Şublere de trasaj*

Şublerele de trasaj sînt construite pe principiul şublerelor de măsurat. Şublerul de trasaj (fig. 6.39) se compune din baza *1* avînd suprafaţa de sprijin plană, ciocul de măsurare *2*, cursorul cu vernier *3*, ciocul de trasaj *4*, rigla gradată *5*, prevăzută cu şurubul opritor *6*. Avansul fin al cursorului se face cu dispozitivul *7*, iar fixarea lui cu şurubul de fixare *8*.

Trasarea unei cote se face în modul următor: se aşază pe o placă de trasaj atît piesa, cît şi şublerul de trasaj, apoi cursorul se fixează la cota respectivă, după care se trasează cota pe piesă cu ajutorul vîrfului de trasare.

Scanned with OKEN Scanner

Limitele maxime de măsurare ale șublerelor de trasaj construite la noi în țară sînt $L=100$; 500; 800 și 1 000 mm iar precizia de 0,02; 0,05 și 0,1 mm.

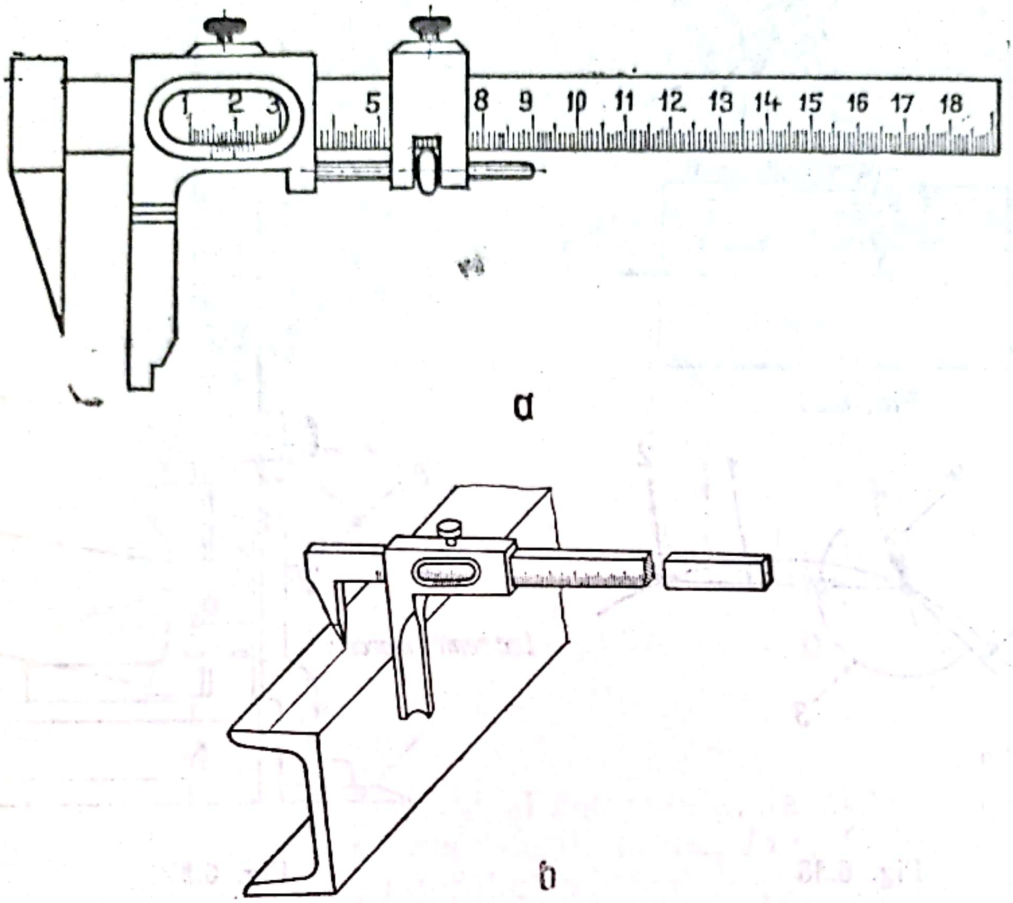


Fig. 6.40

Un alt model de șubler de trasaj este arătat în fig. 6.40, *a*, iar modul lui de întrebuințare în fig. 6.40, *b*.

6.13. *Șabloane de trasaj*

Cînd producția este de serie sau de masă, dispozitivele universale de trasaj nu sînt indicate pentru că cer muncitori de calificare ridicată și manoperă multă. În aceste cazuri este necesar să se folosească șabloanele de trasaj.

Șablonul de trasaj este o piesă plană, confecționată din tablă de oțel cu grosimea de 0,5 — 2 mm, care determină conturul piesei de prelucrat.

În fig. 6.41, *a* se arată cîteva feluri de șabloane (*1*, *2*, *3*) folosite curent în atelier. Șablonul este prevăzut cu găuri, cu ajutorul cărora se centrează pe piesa care trebuie trasată, prin intermediul unor știfturi speciale.

Piesa care urmează să fie trasată se găurește după cota găurilor de concentrare (care în cazuri speciale pot fi înlocuite cu șuruburi) și se trasează, cu acul, conturul piesei după șablon. Se recomandă ca găurile de centrare date în material să coincidă cu eventualele găuri care vor trebui să fie executate în piesă. În cazul în care piesa nu are prevăzute

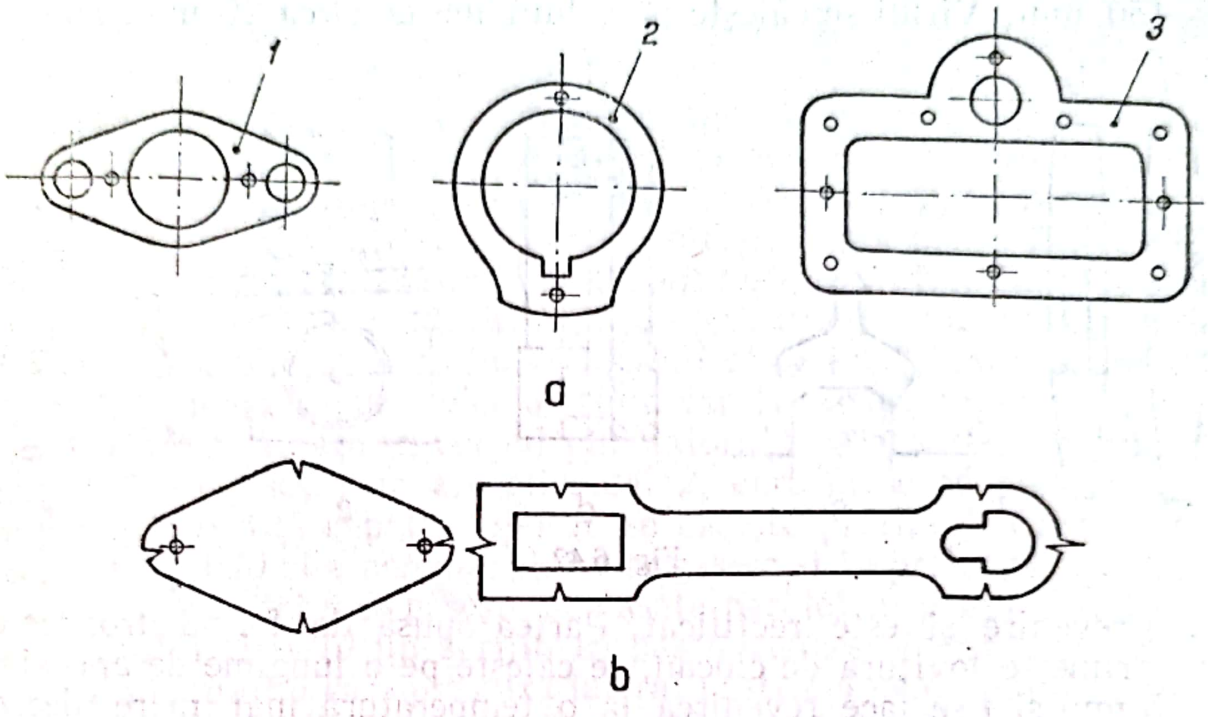


Fig. 6.41

nici un fel de găuri, se vor alege locurile unde se vor executa găurile de centrare în așa fel ca să nu afecteze caracteristicile funcționale ale piesei.

Șabloanele se pot centra și cu ajutorul unor crestături periferice care se suprapun pe axele piesei (fig. 6.41, *b*).

Trasarea cu șablon ridică mult productivitatea muncii și nu cere o calificare deosebită.

6.14. *Punctatoare*

Punctatoarele sînt scule cu un vîrf ascuțit, care servesc la punctare, adică la imprimarea unor adîncituri de formă conică de-a lungul liniilor de trasaj. Punctarea se face fie pentru a menține și a face mai vizibile liniile trasate cu acul de trasaj, fie pentru a obține adîncituri în centrele unor cercuri care trebuie trasate ulterior cu un compas. Operația se execută dînd o lovitură scurtă cu ciocanul de mînă în capul punctatorului așezat în poziție perpendiculară pe piesă. Distanța între puncte

Scanned with OKEN Scanner

se ia de 15, 25 sau 50 mm pe linii drepte și lungi și de 5—10 mm pe cele scurte și curbe. Intersecțiile rizurilor se punctează în mod obligatoriu.

Punctatorul simplu (manual) este constituit dintr-o tijă de oțel de scule în formă de creion (fig. 6.42, *a* și *b*) cu secțiunea transversală circulară, exagonală, sau octogonală, cu vîrful conic ascuțit sub un unghi de 30, 40 sau 60°. Diametrul tijei este de 8—15 mm și lungimea de 75—150 mm. Vîrful se călește pe o lungime de circa 25 mm, apoi i se

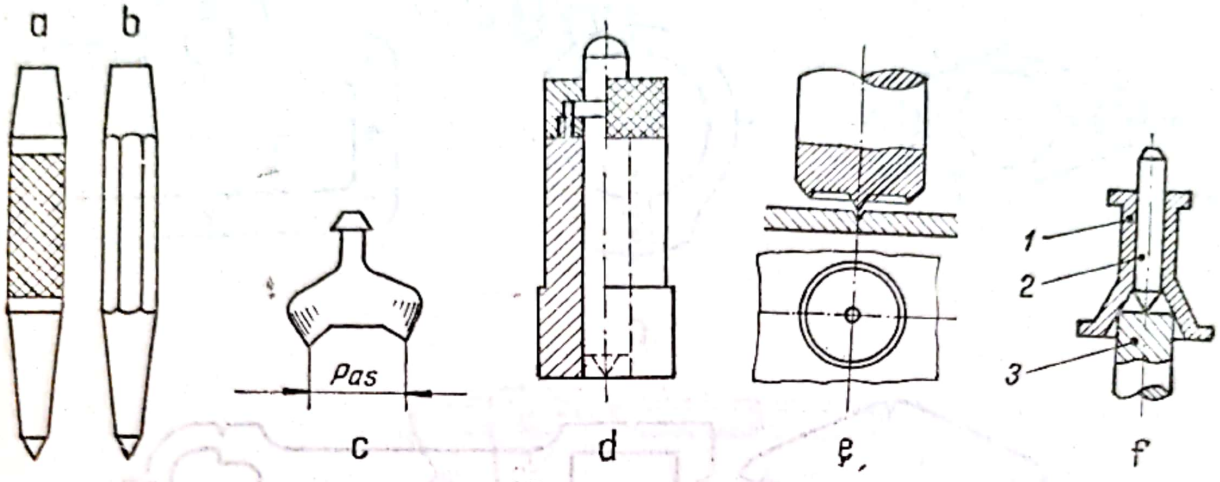


Fig. 6.42

face o revenire și este rectificat. Partea opusă de formă tronconică, care primește lovitura de ciocan, se călește pe o lungime de aproximativ 15 mm și i se face revenirea la o temperatură mai mare decît a vîrfului.

Pentru trasarea punctelor la aceeași distanță (pas) se folosește punctatorul cu două vîrfuri (fig. 6.42, *c*).

Punctatorul ghidat (fig. 6.42, *d*) asigură perpendicularitatea axei vîrfului punctatorului pe suprafața piesei care se punctează. Este constituit dintr-un punctator obișnuit cu tijă cilindrică, ghidat într-un corp de revoluție, care are suprafața de așezare perpendiculară pe axa punctatorului. În manșonul de ghidare este montat și un arc elicoidal de readucere. Este folosit, de obicei, la punctarea de precizie, de exemplu la instrumentele de măsurat și la anumite dispozitive de lucru (matrițe, stanțe, cochilii etc.).

Punctatorul cu cerc (fig. 6.42, *e*) dă posibilitatea ca o dată cu imprimarea centrului să se marcheze și conturul găurii, concentrice cu centrul, eliminînd trasarea acestui cerc cu compasul. Extremitatea de lucru are un vîrf scurt de punctator și un tăiș circular concentric cu acesta. Se folosește pentru trasarea găurilor mici cu același diametru, de exemplu a găurilor pentru șuruburi, pentru nituri etc.

Punctatorul cu manșon de ghidare se folosește la punctarea centrului pe fețele frontale ale barelor rotunde, fără a fi necesară o trasare prea-

labilă (fig. 6.42, *f*). El este constituit dintr-un punctator obișnuit cu cap cilindric *2*, care este ghidat într-un manșon cu o extremitate evazată tronconică *1*. Prin așezarea manșonului pe capătul barei *3*, se realizează centrarea. Se utilizează pentru bare cu diametrul pînă la 40 mm.

Punctarea cu punctatoarele manuale necesită timp mult, iar semnele imprimate nu sînt uniforme, din cauza neuniformității loviturilor de ciocan. Pentru îmbunătățirea operației de punctare se folosesc punctatoare automate și punctatoare electrice.

Punctatorul automat, reprezentat în fig. 6.43, elimină întrebuințarea ciocanului și funcționează prin simpla apăsare a mîinii pe partea lui superioară. El se compune din corpul *3*, care are înșurubate la extremități capacul *1* și bucșa *11*. La partea inferioară are o tijă *10*, ghidată de bucșa *11* și de bucșa *7*, presată în corpul punctatorului. Capătul exterior al tijei *10* poartă punctatorul *12*, fixat prin intermediul unui manșon filetat. Tija *10* se găsește sub acțiunea arcului elicoidul *9*, care se sprijină la partea inferioară pe un guler al tijei, iar la partea superioară, pe o șaibă opritoare *8*, fixată în corpul punctatorului. La partea superioară, în corpul *3*, se găsește un arc elicoidal *2*, care presează percutorul *4*. Între percutorul *4* și capătul tijei *10* se găsește pastila *6*. Cînd nu lucrează, axa tijei *10* și a percutorului *4* se găsesc și în prelungire, în timp ce axa găurii pastilei *6* se găsește deplasată paralel cu prima astfel încît oferă capătului tijei *10* un sprijin în pastilă. Acest lucru este imposibil datorită arcului *5* care presează lateral pastila *6* pe corpul *3* al punctatorului, care are diametrul mai mare decît al pastilei.

Operația de punctare se desfășoară astfel: punctatorul se așază perpendicular pe planul piesei și se apasă cu mîna pe capacul *1*; arcurile *2* și *9* se comprimă, iar corpul *3*, împreună cu bucșa *11*, se deplasează în jos. Deplasarea corpului în jos obligă pastila *6*, în momentul cînd ajunge la pragul *a*, la care diametrul corpului *3* se micșorează, să se centreze la axa tijei *10*. În acest moment tija scapă de sprijiniul pe care i-l oferea pastila *6*, iar percutorul eliberat o lovește, transmițînd punctatorului energia acumulată de arcul *2*. Arcul *2* este condus astfel, încît cursa de comprimare să acumuleze energia necesară pentru a imprima semnul dorit. Reglarea mărimii forței de imprimat se face prin înșurubarea capacului *1* mai mult sau mai puțin. După lovitură, arcul *9* readuce piesele în poziție inițială.

Acest punctator permite să se efectueze 30—40 de lovituri pe minut la un pas de 20 mm.

Punctatorul electric, reprezentat în fig. 6.44, se manevrează în aceleași condiții ca și punctatorul automat, numai că energia de imprimare este dată prin lovirea punctatorului cu o greutate a cărui mișcare este comandată electric.

Scanned with OKEN Scanner

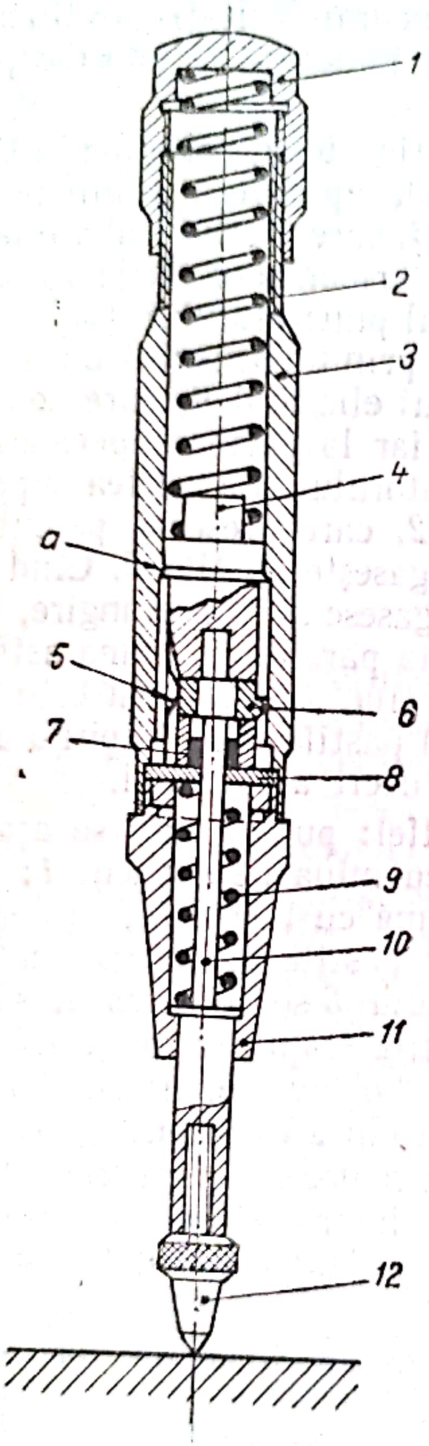


Fig. 6.43

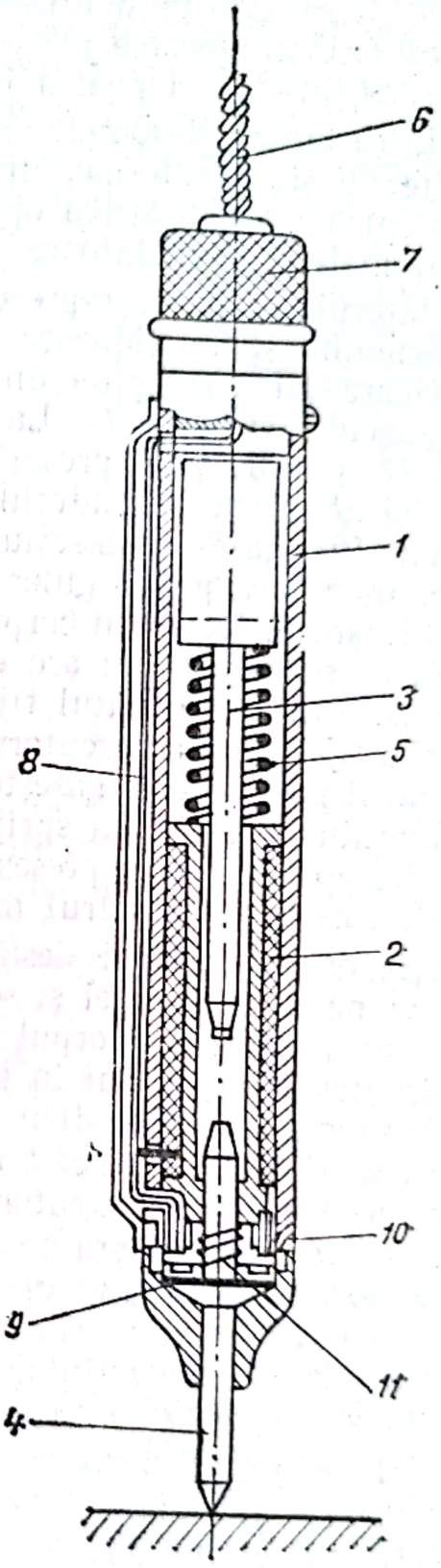


Fig. 6.44

Punctatorul se compune din corpul metalic *1*, bobina *2*, percutorul *3* și punctatorul *4*. Arcul elicoidal *5* are numai rolul de a menține percutorul *3* în poziția superioară. Prin conductorul electric *6*, curentul este adus la priza *7*, de unde este condus prin firele *8* la contactele *10*. Șaiba de alamă *9* are rolul de a închide circuitul de curent electric. Arcul *11* are rolul de a ține punctatorul în poziția inferioară.

Modul de funcționare al acestui punctator este următorul: se așază vîrful punctatorului pe locul unde trebuie făcut semnul și se apasă pe corp, comprimînd arcul *11* pînă cînd șaiba *9* atinge contactele *10*. În acest fel se realizează închiderea circuitului electric în bobina *2*, ceea ce determină apariția unui cîmp magnetic care atrage tija percutorului *3*, lovind punctatorul *4*. Această lovitură este suficientă pentru a realiza semnul dorit. După producerea loviturii se va ridica punctatorul de pe piesă, ceea ce permite arcului *11* să împingă șaiba de conectare *9*, întrerupînd circuitul electric, fapt care face să dispară cîmpul magnetic. Arcul *5* va readuce percutorul în poziția superioară. La o nouă apăsare a punctatorului pe piesă, procesul descris se repetă. Punctatorul este alimentat în curent continuu la o tensiune de 24 V. Nu este permis ca după punctare să se mai țină punctatorul apăsat pe piesă pentru ca bobina să nu rămînă sub tensiune, producîndu-se supraîncălzirea ei.

6.15. *Utilaje pentru trasarea în construcția de nave*

În metodele clasice trasarea se execută la scara 1 : 1. Pentru trasare se folosesc, în general, aceleași scule și utilaje de trasaj ca și în celelalte tipuri de ateliere, și anume: echere diferite, compasuri obișnuite, compasuri pe bare, șabloane etc. În afară de acestea se folosesc unele utilaje specifice. Astfel în fig. 6.45 se arată un ac de trasat prevăzut cu vîrf din aliaj dur pentru a fi mai durabil, în fig. 6.46 un trăgător special, iar în fig. 6.47 un teu curbat folosit pentru trasarea normalelor (perpendicularelor) la liniile curbe.

Planul de formare se trasează pe planșeul sălii, executat din dulapi de pin cu grosimea de cel puțin 7 cm și lățimea de 10—15 cm, bine rindeluiți. Acești dulapi sînt așezați transversali pe grinzi și sînt fixați cu șuruburi pentru lemn cu cap înecat, iar găurile se astupă cu dopuri de lemn. Acest sistem permite rindeluirea planșeului cu cîteva ori pentru înlăturarea planurilor trasate anterior. Planul de formare se poate trasa cu ajutorul unui ac de trasat (prin zgîriere) sau cu trăgătorul (cu vopsea sau cu tuș). Cînd se folosește prima metodă, planșeul se vopsește în negru, iar cînd se folosește metoda a doua planșeul se vopsește în gri deschis.

Scanned with OKEN Scanner

În sala de trasaj se găsesc de asemenea panouri pentru trasaj, confecționate din table de aluminiu de 3—4 mm grosime și având suprafețele de circa 20 × 3 m². Suprafața lor se vopsește cu vopsea de email, de culoare deschisă, care se aplică prin pulverizare de 4—6 ori. După uscare, suprafața vopsită se șlefuiește cu hîrtie abrazivă fină. Planitatea

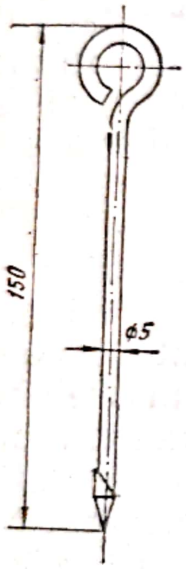


Fig. 6.45

Fig. 6.46

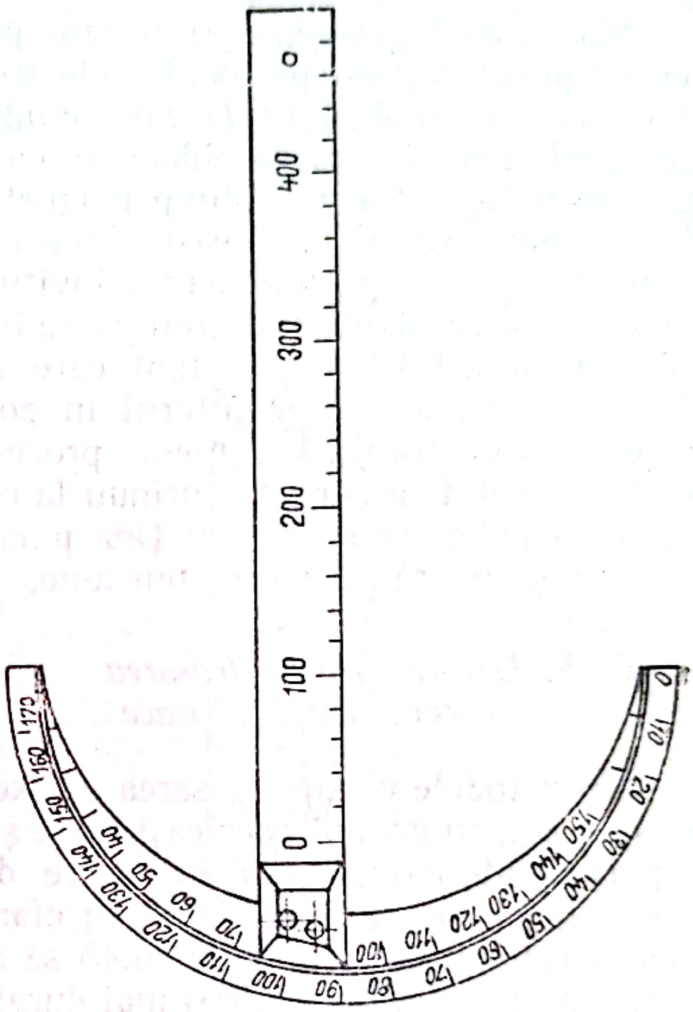


Fig. 6.47

acestor panouri nu trebuie să depășească 0,5 mm la un metru. Panourile de trasaj se așază pe mese care au aceleași dimensiuni și a căror înălțime este de 800 mm.

Pentru trasarea liniilor curbe de lungime mare se folosesc șipci flexibile de 25 × 100 × 2 000 mm, confecționate din lemn de pin cu fibre drepte și fără noduri spre a nu se deforma. Șipcile se așază pe punctele determinate, și apoi se fixează prin cuie care se bat în planșeu cu un ciocan de formă specială (fig. 6.48) având greutatea de 2—2,5 kg. După trasarea liniilor cu trăgătorul, cuiele se scot cu același ciocan, prevăzut în acest scop cu o crestătură.

Scanned with OKEN Scanner

In sala de trasaj este deseori necesar să se transporte o curbă trasată pe planşeu dintr-un loc în altul. Pentru această operaţie se foloseşte şipca articulată (fig. 6.49). Ea constă dintr-o scîndură de bază *1*, tiranţii *4* şi şipca flexibilă *3*.

Scîndura de bază este prevăzută cu un şanţ *5* care permite deplasarea longitudinală a tiranţilor. Tiranţii prezintă cîte un şliţ *2* care le permite mişcarea. Şipca flexibilă are secţiunea dreptunghiulară (20 × 10 sau 25 × 15). Prin mişcările combinate (transversale şi longitudinale) ale tiranţilor se ajunge la situaţia cînd muchia şipcii flexibile se suprapune exact peste curba care trebuie relevată.

În metodele moderne se foloseşte trasajul optic care înlătură trasarea planului de forme la scara 1:1. În acest caz planul de forme se execută la scara 1:10, şi apoi se fotografiază pe clişee negative — şablon cu ajutorul cărora planurile sînt proiectate pe tablă, trasate şi apoi tăiate prin procedee de mare randament.

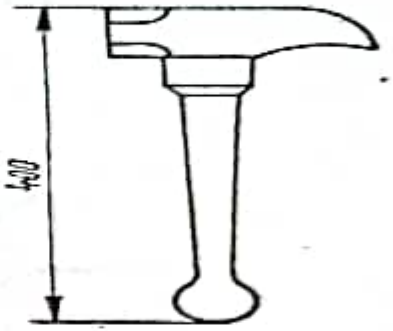


Fig. 6.48

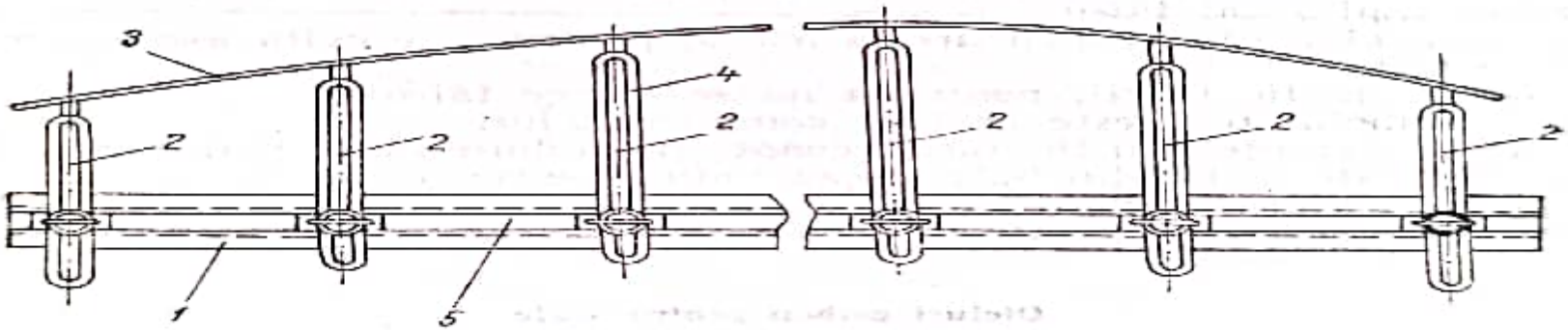


Fig. 6.49

Dat fiind precizia necesară trasării, în trasajul optic se mai folosesc trasatoare speciale cu lupă (fig. 6.50) ce asigură o grosime a liniei de 0,1 mm, ace de trasat prevăzute cu lupă (fig. 6.51) cu puterea de mărire de 4—7 ori şi distanţa focală de 25—30 mm ş.a.

6.16. *Materiale pentru scule de trasat*

Pentru sculele de trasat (ace, punctatoare, şublere etc.) se folosesc oţeluri carbon de calitate şi oţeluri pentru scule.

Scanned with OKEN Scanner

Oţelurile carbon de calitate (STAS 880-60) sînt oţeluri laminate, nealiate, elaborate cu mai multă îngrijire pentru a se reduce la minimum impurităţile care influenţează în mod dăunător calităţile oţelului.

Oţelurile pentru scule sînt oţeluri care trebuie să îndeplinească anumite condiţii, dintre care cele mai importante sînt următoarele:

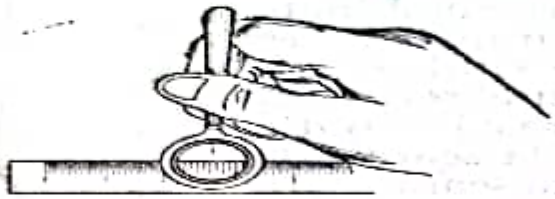


Fig. 6.50

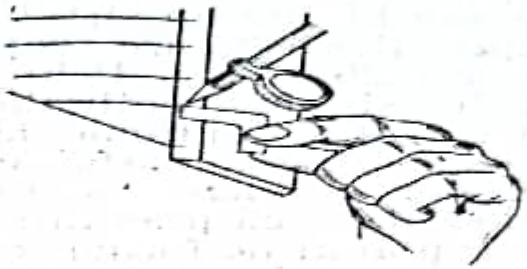


Fig. 6.51

— să aibă duritate mare (peste 58 *HRC* după tratamentul termic);

— să-şi păstreze duritatea la temperatura de lucru, pentru a evita uzura rapidă a tăişului;

— să aibă rezistenţă mare la uzură, pentru se evita ascuţiri prea frecvente;

— să nu fie fragil, pentru a nu se sparge tăişul.

În tabelul 6.1. este arătată compoziţia lor.

Duritatea oţelului în stare recoaptă nu trebuie să fie mai mare decît valorile date în tabelul 6.2; în caz contrar se repetă recoacerea.

Temperatura, mediul de călire, duritatea superficială şi adîncimea stratului călit sînt arătate în tabelul 6.3.

Tabelul 6.1

Oţeluri carbon pentru scule

Marca	Conţinutul, %								
	Carbon	Mangan	Siliciu	Fosfor	Sulf	P + F	Crom	Nichel	Cupru
			max.						
OSC 7	0,65—0,74	0,15—0,35							
OSC 8	0,75—0,84	0,15—0,35							
OSC 8M	0,80—0,90	0,35—0,80							
OSC 9	0,85—0,94	0,15—0,35	0,15	0,030	0,025	0,050	0,20	0,25	0,25
OSC 10	0,95—1,04	0,15—0,35	0,35						
OSC 11	1,05—1,14	0,15—0,35							
OSC 12	1,15—1,25	0,15—0,35							
OSC 13	1,26—1,45	0,15—0,35							

Scanned with OKEN Scanner

Structura rupturii oţelului în stare recoaptă trebuie să fie omogenă, cu granulaţie măruntă, fără goluri de retasură, crăpături sau incluziuni, iar după călire, ruptura trebuie să fie netedă, cu aspect de porţelan,

Tabelul 6.2

Duritatea oţelurilor carbon pentru scule în stare recoaptă

Calitatea	Duritatea, *HB*
OSC 7, OSC 8 şi OSC 8 M	187
OSC 9	192
OSC 10	197
OSC 11, OSC 12	207
OSC 13	217

Tabelul 6.3

Temperatura de călire a oţelurilor de scule

Marca	Temperatura de călire, °C	Mediul de călire	Duritatea superficială HRC	Adîncimea stratului călit, mm
OSC 7, OSC 8	780—810	apă	62	2—4
OSC 9	790—820	apă	62	2—4
OSC 8M	760—790	apă	62	2—4
OSC 10, OSC 11	760—790	apă	62	2—4
OSC 12, OSC 13				

fără incluziuni sau stratificaţii vizibile cu ochiul liber. Oţelurile carbon pentru scule sînt folosite de obicei în stare îmbunătăţită.

Pentru punctatoare şi ace de trasat se folosesc calităţile OSC 7, OSC 8, OSC 9 şi OSC 13.

6.17. *Întreţinerea sculelor de trasat*

Păstrarea sculelor. Sculele de trasat trebuie păstrate în perfectă stare de curăţenie, ferite de umezeală şi de lovituri. Ele vor fi mînuite cu grijă şi nu li se va schimba destinaţia lor constructivă; de exemplu, să nu se folosească compasul drept ac de trasat, masa de trasare drept nicovală sau depozit de scule, rigla de trasare să nu fie utilizată în loc de ciocan etc.

Sculele de trasat nu trebuie bruscate sau forţate. Se recomandă ca vîrfurile acelor de trasat, care se pot rupe cu uşurinţă, să fie introduse într-o bucată de plută sau de cauciuc cînd nu se lucrează cu ele.

Scanned with OKEN Scanner

La terminarea lucrului, sculele vor fi curățate de eventuale murdării, se vor spăla cu petrol și se vor șterge cu o cîrpă uscată.

Sculele care se folosesc mai rar se vor unge cu ulei, spre a le feri de ruginire.

Fiecare sculă se va așeza la locul său în dulap, fără să se atingă de altă sculă. Este bine să se prevadă lădițe și sertare speciale pentru păstrarea fiecărui tip de sculă.

Ascuțirea sculelor. Sculele care se ascut sînt acele de trasat, vîrfurile compasurilor și punctatoarelor. Înainte de a fi folosite, acele de trasat de oțel se vor căli și reveni corespunzător cu marca oțelului din care sînt executate.

Ascuțirea se va face cu îngrijire, fără să se apese prea tare pe piatra de polizor; pentru a nu se decăli vîrful acesta trebuie să fie bine umezit. Vîrful acului de trasat și al compasurilor vor fi executate cu formă conică; conul trebuie să aibă o lungime mare și să fie uniform.

Vîrful punctatoarelor trebuie să fie perfect conic și nu prea ascuțit, pentru a nu se rupe. Vîrfurile se ascut ori de cîte ori se constată o ușoară uzură sau o știrbitură.

Verificarea sculelor. Pentru a se asigura precizia necesară la trasare, uneltele supuse uzurii vor fi verificate periodic.

Șublerele, raportoarele, paralelurile cu tijă gradată și riglele se verifică conform prescripțiilor metrologice.

În special sculele care sînt formate din mai multe părți asamblate prin articulații, cu timpul, din cauza întrebuințării și a unei proaste întrețineri, capătă joc la articulații, joc ce afectează precizia la trasare și care trebuie îndepărtat prin reparație.

7

Trasarea în atelierele mecanice

7.1. *Pregătirea pieselor pentru trasare*

Controlul preliminar. În atelierele mecanice se trasează de obicei piese turnate, forjate sau construcții sudate. În secțiile de turnătorie și forje se face un control prin trasaj al pieselor înainte de a fi trimise secțiilor prelucrătoare. Piesele necorespunzătoare se marchează cu vopsea roșie și sînt trimise la dispozitivul cu deșeuri.

Scanned with OKEN Scanner

Piesele de defecte remediabile se opresc pentru remaniere (încărcare cu sudură, îndreptare, detensionare), după care se face din nou un control dimensional și calitativ.

Înainte de a începe trasarea unei piese turnată sau forjată, este bine să se facă un control vizual, observîndu-se ca piesa să nu aibă nervuri rupte, sufluri, fisuri, suduri executate necorespunzător. Orice piesă care a fost remaniată prin sudură va trebui detensionată înainte de a fi supusă operației de trasare.

Vopsirea pieselor. Trasajul se execută ușor și vizibil pe o suprafață prelucrată fin. Dacă suprafața este prelucrată prin așchiere cu rizuri mari sau este rezultată din turnare cu nisip sinterizat sau cu porozități, acul de trasaj vibrează, iar linia ce rezultă va fi neregulată.

Acul de trasaj nu poate să zgîrie suprafețele pieselor turnate sau forjate.

Trasatorul va examina calitatea suprafețelor pieselor ce urmează a fi trasate. Cele găsite necoresunzătoare, care vor da dificultăți la trasaj, se vor pregăti prin vopsire, lăcuire sau arămire cu ajutorul unei pensule.

Piesele turnate sau forjate se vopsesc cu o soluție de humă albă amestecată cu apă și cu puțin ulei de in sicativ.

O vopsea des întrebuințată este preparată din praf de cretă dizolvat în apă. Pentru o mai bună aderență se amestecă soluția fiartă de cretă cu clei de tîmplărie dizolvat în apă. Amestecul se face în proporție de 50 g clei la 1 kg cretă, după care se continuă fierberea.

În practica trasatorilor este folosită uneori drept vopsea reziduul generatorului de acetilenă, rezultat din transformarea carbidului.

Suprafețele lucioase sau prelucrate curat se arămesc cu o soluție de piatră vînătă (sulfat de cupru în apă). Prin uscarea vopselei, pe piesă rămîne un strat foarte subțire de cupru.

Se mai pot acoperi suprafețele curate cu o soluție de șelac dizolvat în alcool industrial colorat cu puțină fuxină (culoare roșie).

7.2. *Prinderea pieselor*

După studierea desenului și a planului de operații, trasatorul stabilește modul de așezare a piesei pe masa de trasaj. În cele ce urmează se dau cîteva indicații de luat în considerare la așezarea piesei:

a) O piesă cilindrică va fi așezată pe prisme dacă lungimea ei este mult mai mare decît diametrul. Dacă piesa este în trepte, una din prisme va fi reglabilă. Piesele grele se așază de preferință pe prisme prevăzute cu role.

b) Piesele cilindrice cu diametrul și lungimea de mărimi apropiate vor fi așezate vertical.

Scanned with OKEN Scanner

c) Piesele care au o suprafață plană prelucrată vor fi așezate cu această suprafață pe masa de trasaj.

d) Piesele de forma capacelor de lagăr, băilor de ulei, carcaselor de reductor se așază pe trei reazeme, dintre care cel puțin două sînt reglabile.

e) Piesele mici de tipul culbutoarelor sau bielelor se vor prinde cu bride de cutii de trasaj sau colțare prevăzute cu găuri sau canale „T".

7.3. *Reguli pentru executarea trasării*

7.3.1. *Însemnarea punctelor*

Pe desen, deci și în trasaj, un punct este determinat de intersecția a două linii drepte sau curbe. Poziția în plan a punctului este indicată cu cote față de elementele de referință.

În fig. 7.1 sînt prezentate cîteva exemple de însemnare a punctelor. Elementele de referință pot fi: două axe perpendiculare (fig. 7.1, *a*, *b* și *c*), o axă și două puncte situate pe această axă (fig. 7.1, *d* și *e*).

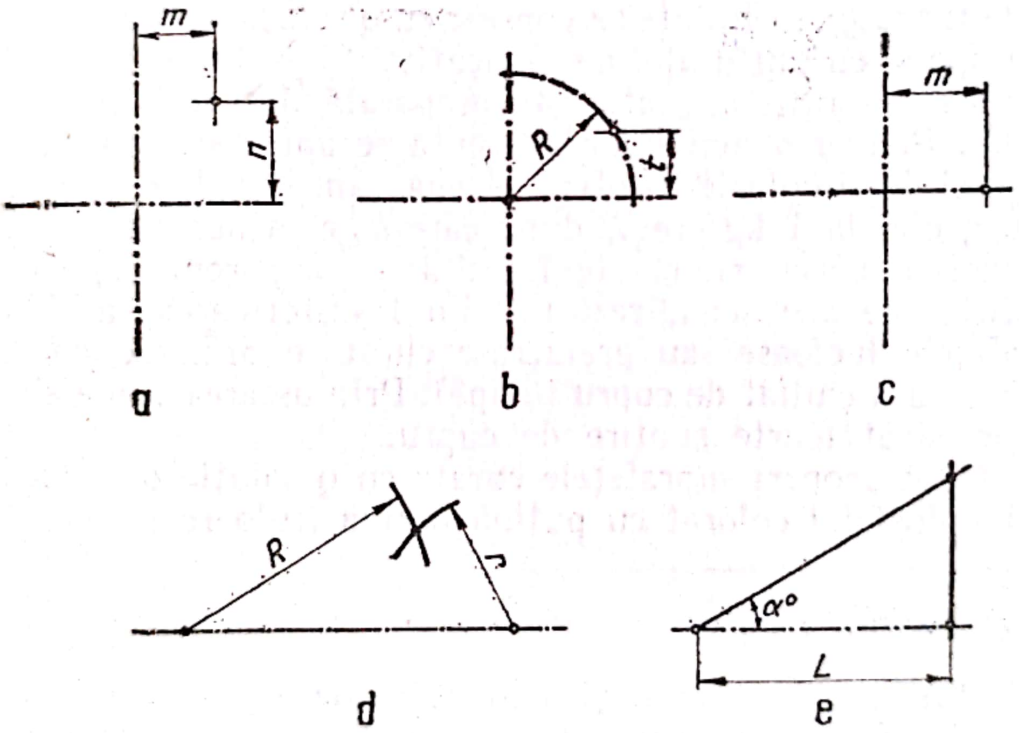


Fig. 7.1

La efectuarea unui trasaj, punctul va fi reprezentat de două linii care se intersectează, de preferință sub un unghi apropiat de 90°. Dacă liniile se intersectează sub un unghi mai mic, poziția punctului poate fi marcată eronat. Liniile, care determină punctul, rezultă din trasarea cotelor față de elementele de referință (fig. 7.2).

Scanned with OKEN Scanner

După însemnare, punctul va fi marcat cu punctatorul. Poziția corectă a punctatorului se obține duopă cum se vede în fig. 7.3, astfel: punctatorul se ține oblic la 20°—30° față de verticală, cu vîrful pe

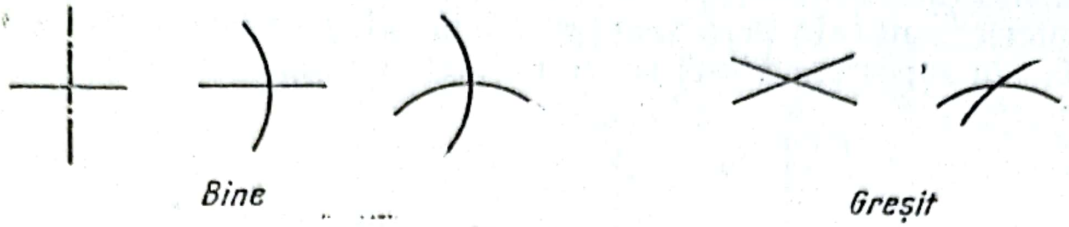


Fig. 7.2

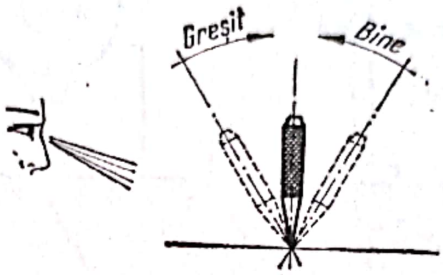


Fig. 7.3

locul ce trebuie marcat și se aduce ușor în poziția verticală. În momentul loviturii, dacă punctatorul nu este perfect perpendicular pe suprafața piesei, punctul va fi marcat deplasat.

7.3.2. *Trasarea liniilor drepte*

Pentru trasarea unei linii drepte cu rigla sînt necesare și suficiente două puncte. Cu cît distanța între puncte este mai mare, cu atît precizia de poziție a liniei este mai ridicată.

Acul de trasat va fi ținut înclinat cu 75°—80° față de riglă și față de direcția de deplasare (fig. 7.4). Trasajul se execută dintr-o singură trecere de la un capăt la celălalt al liniei ce se înseamnă.

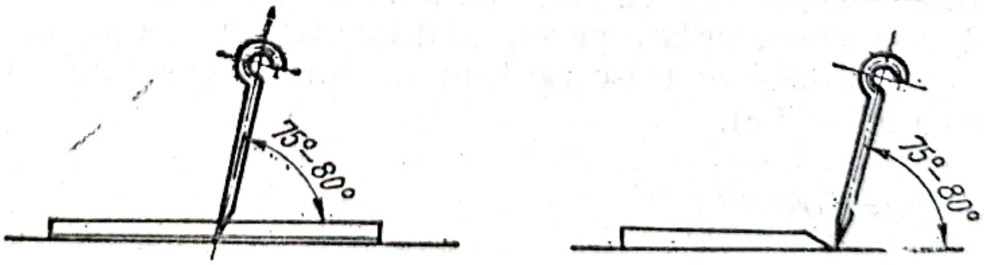


Fig. 7.4

Cu paralelul se trasează linii paralele cu o suprafață a piesei (fig. 7.5, *a*, *b* și *c*), a masei, sau a cutiei de trasaj. Față de sensul de deplasare al paralelului, acul de trasaj va fi înclinat cu 75°—80°. Acul

Scanned with OKEN Scanner

va fi conținut într-un plan perpendicular pe suprafața piesei (fig. 7.5, *a*). Poziția liniei va fi determinată de două puncte ale ei, piesa așezîndu-se astfel ca vîrful acului să treacă prin ele.

Poziția liniei poate fi determinată și de o distanță față de o linie trasată anterior sau față de o suprafață a piesei. Piesa va fi așezată astfel ca linia sau suprafața piesei să fie paralelă cu masa sau cutia de trasaj.

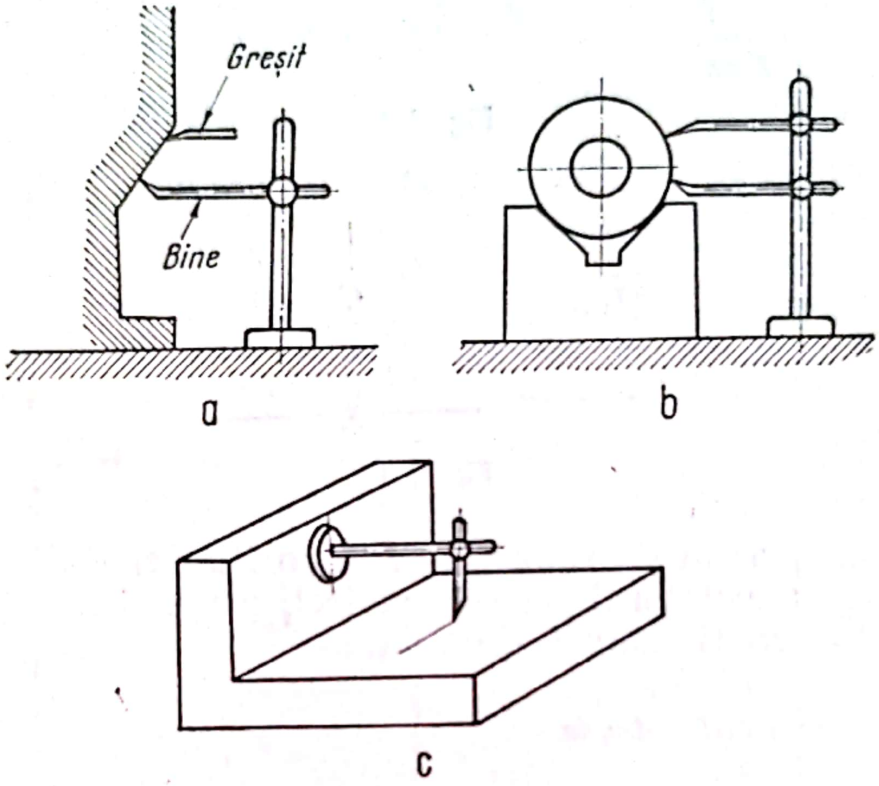


Fig. 7.5

Cu echerul se trasează linii drepte perpendiculare față de o altă linie sau față de masă (fig. 7.6).

Cu compasul mixt se pot trasa linii drepte paralele cu o suprafață a piesei. Trebuie avut grijă ca linia ce unește cele două vîrfuri ale compasului să fie perpendiculară pe suprafața de referință a piesei (fig. 7.7).

Cu rigla profilată se trasează linii în lungul generatoarei corpurilor cilindrice (fig. 7.8).

7.3.3. *Trasarea cercurilor*

Orice cerc este determinat de mărimea razei și de poziția centrului său față de elementele de referință.

Pe o suprafață plană, centrul cercului se trasează ca un punct obișnuit prin intersecția a două linii. Dacă centrul cercului trebuie trasat într-un loc gol, atunci este nevoie de un centru fals. Centrele false pot fi

Scanned with OKEN Scanner

situate pe dispozitive speciale (fig. 6.15) sau, mai simplu, pe o bucată de lemn tare sau de plumb presate în orificiul din piesa pe care se va trasa centrul. În găuri prelucrate se folosesc de preferință conuri de oțel.

Însemnarea centrului pe un cilindru se face folosind suprafața exterioară sau interioară. Cînd se utilizează suprafața exterioară centrul

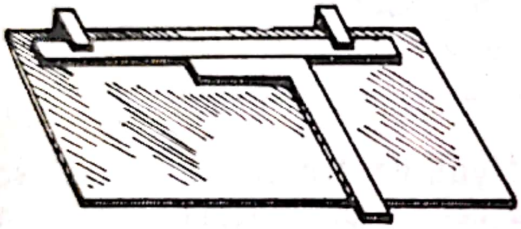


Fig. 7.6

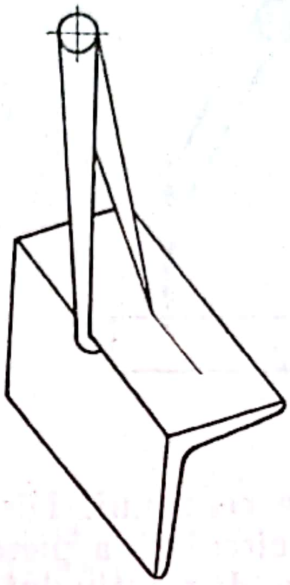


Fig. 7.7

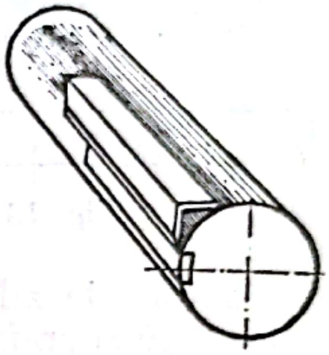


Fig. 7.8

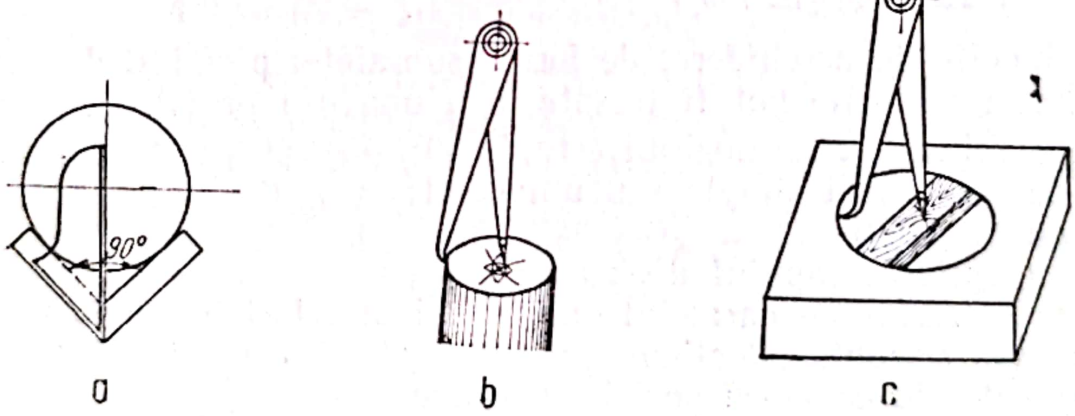


Fig. 7.9

poate fi determinat de două diametre trasate cu echerul de centrare (fig. 7.9, *a*). Cu compasul mixt, avînd distanța între vîrfuri egală cu raza, se trasează 2—4 arce de cerc a căror intersecție determină centrul (fig. 7.9, *b* și *c*).

Cel mai obișnuit mod de a trasa un cerc este cu ajutorul compasului, Vîrfurile compasului trebuie să fie perpendiculare pe suprafața piesei, în caz contrar se vor obține diferențe de la forma corectă a circumfe-

Scanned with OKEN Scanner

rinței. În fig. 7.10 se arată trasarea unui cerc pe o piesă la care centrul nu este în același plan cu cercul. Trasarea se execută cu un compas cu brațe inegale.

La piesele mari, care au interiorul sau exteriorul prelucrat, și la care trebuie să se traseze o circumferință pe o suprafață frontală, nu mai

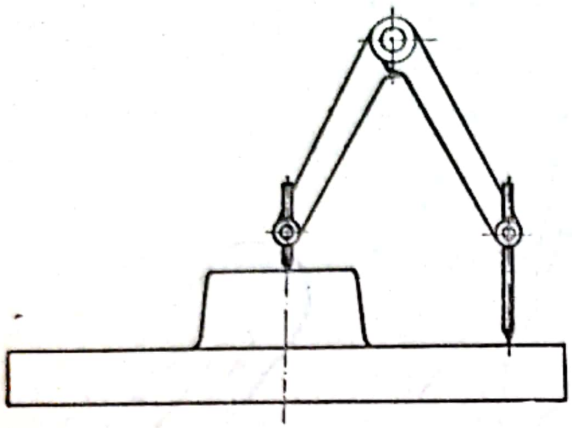


Fig. 7.10

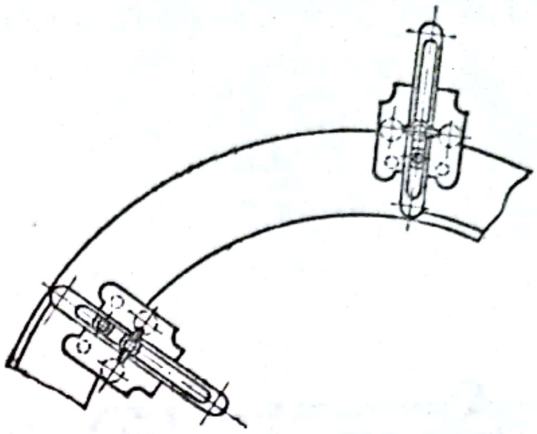


Fig. 7.11

este nevoie de aflarea centrului. Dispozitivul de trasat (fig. 7.11) se sprijină pe suprafața circulară a piesei cu cele două bolțuri situate la distanță egală de axa dispozitivului. În tot timpul însemnării, axa dispozitivului va sta pe direcția razei piesei.

7.3.4. *Trasarea unghiurilor*

În funcție de deschidere, de forma suprafeței piesei și de lungimea laturilor, unghiurile pot fi trasate prin una din următoarele metode:

— cu echerul, cînd unghiul este de 30°, 45°, 60°, 90°;
— cu raportorul simplu sau universal;
— cu șablonul;
— cu ajutorul capului divizor;
— prin trasare cu paralelul după ce piesa a fost înclinată în planul vertical sau orizontal; înclinarea piesei poate fi făcută cu ajutorul unor prisme reglabile sau cu dispozitive speciale;
— cu rigla de sinus (fig. 4.39).

În fig. 7.12, *a* se poate vedea metoda de trasare a unghiului cu paralelul. Pe suprafața piesei este trasată o linie dreaptă. Printr-un punct *O* al acestei drepte trebuie trasată o linie sub un unghi oarecare. Pentru aceasta se determină un al doilea punct *x* în plan, prin care va trebui să treacă linia impusă. Piesa se așază față de masă astfel ca prin deplasarea paralelului acul să treacă prin cele două puncte.

Mai jos se dă un exemplu de determinare a celui de-al doilea punct necesar trasării unui unghi.

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 7.12, *b* trebuie trasat un unghi de 28° cu vîrful în *O*. Se trasează nu arc de cerc cu vîrful compasului în *O*. Raza *R* a cercului descris se alege cît mai mare posibil (de preferat un număr întreg, de exemplu $R = 200$ mm). Cu vîrful compasului în punctul *A* de intersec-

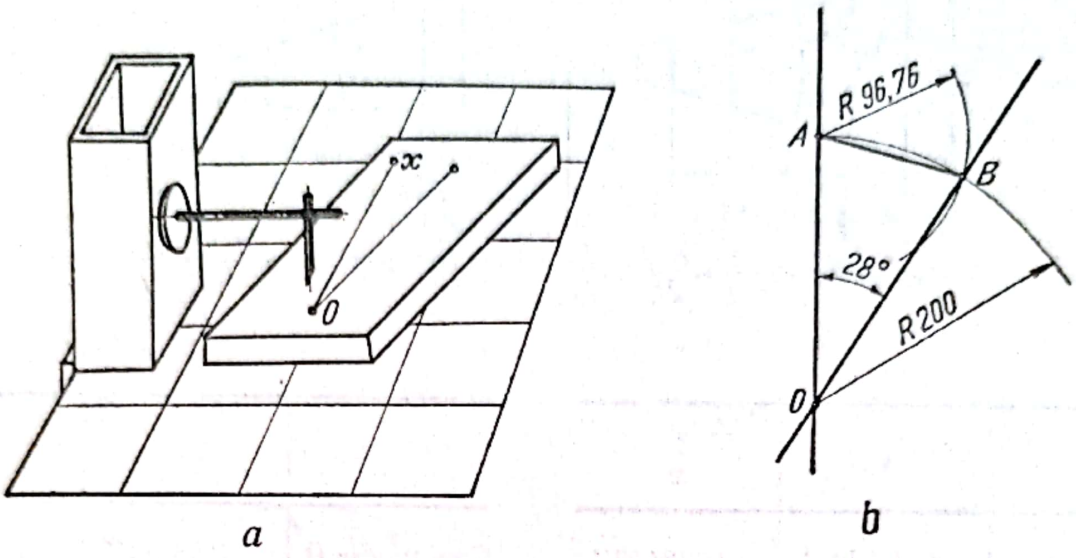


Fig. 7.12

ție al cercului cu linia existentă se trasează un al doilea arc de cerc a cărui rază se calculează astfel:

$$AB = Rl = 200 \cdot 0{,}4886 \approx 96{,}76 \text{ mm}$$

Coeficientul *l* este dat în tabelul 2.2 pentru unghiul de 28°.

Se poate observa că dreapta *AB* este coarda unghiului de 28° într-un cerc cu raza de 200 mm. Cea de-a doua latură a unghiului va trebui să treacă prin punctele *O* și *B*.

Poziția relativă a două linii este precizată prin mărimea unghiului, a conicității sau a înclinației (tabelul 7.1).

7.3.5. *Trasarea elementelor de referință*

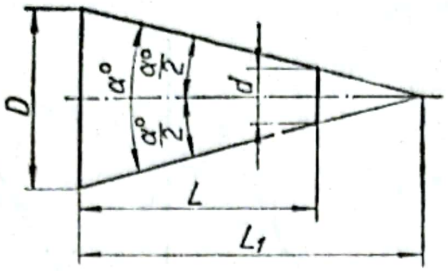
În funcție de forma geometrică și de prelucrările ce le va suferi piesa, trasajul se începe de la anumite elemente de referință.

După o analiză a piesei și alegerea elementelor de referință se face un trasaj sumar al cotelor la care piesa poate să fie găsită necorespunzătoare.

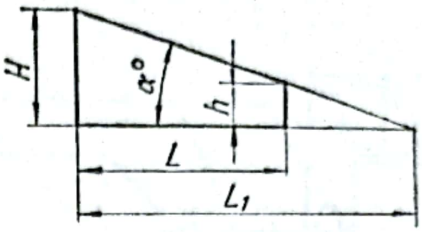
Alegerea elementelor de referință este definitivă dacă piesa este bună după acest trasaj sumar. Dacă piesa este necorespunzătoare, atunci se va analiza posibilitatea schimbării poziției elementelor de referință astfel ca piesa să poată fi introdusă în prelucrare.

Scanned with OKEN Scanner

Conicităţi şi înclinaţii



$$\text{Conicitatea} = tg\frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L} = \frac{D}{2L_1}$$



$$\text{Înclinaţia} = tg\,\alpha = \frac{H-h}{L} = \frac{H}{L_1}$$

	α°	$\frac{\alpha^\circ}{2}$
1:200	0°17′11″	0°08′36″
1:100	0°34′23″	0°17′11″
1:50	1°08′45″	0°34′23″
1:32	1°47′25″	0°53′43″
1:30	1°54′35″	0°57′17″
1:24	2°23′13″	1°11′37″
1:20	2°51′51″	1°25′56″
1:16	3°34′47″	1°47′24″
1:15	3°49′06″	1°54′33″
1:12	4°46′19″	2°23′09″
1:10	5°43′29″	2°51′45″
3:25	6°52′02″	3°26′01″
1:8	7°09′10″	3°34′35″
1:7	8°10′16″	4°05′08″
1:6	9°31′38″	4°45′49″
1:5	11°25′16″	5°42′38″
1:4	14°15′00″	7°07′30″
7:24	16°35′39″	8°17′50″
3:10	16°42′00″	8°21′00″
1:3	18°55′29″	9°27′44″
1:15	36°52′12″	18°26′06″

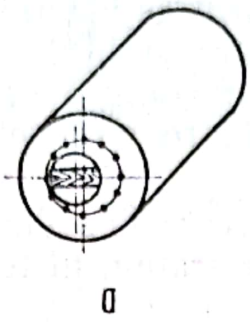
	α°	$\frac{\alpha^\circ}{2}$
Con morse 0	2°58′54″	1°29′27″
1	2°51′26″	1°25′43″
2	2°51′41″	1°25′50″
3	2°52′32″	1°26′16″
4	2°58′31″	1°29′15″
5	3°00′53″	1°30′26″
6	2°59′12″	1°29′36″
1:1,866	30°	15°
1:1,207	45°	22°30′
1:0,866	60°	30°
1:0,652	75°	37°30′
1:0,500	90°	45°
1:0,289	120°	60°

Scanned with OKEN Scanner

Mai jos se dau cîteva indicații în legătură cu alegerea elementelor de referință:

a. Piesele cilindrice vor fi trasate plecîndu-se de la un plan frontal și unul care cuprinde axa longitudinală a piesei (fig. 7.13).

Fig. 7.13



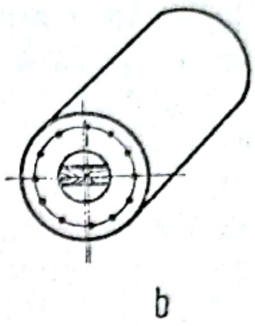


Fig. 7.14

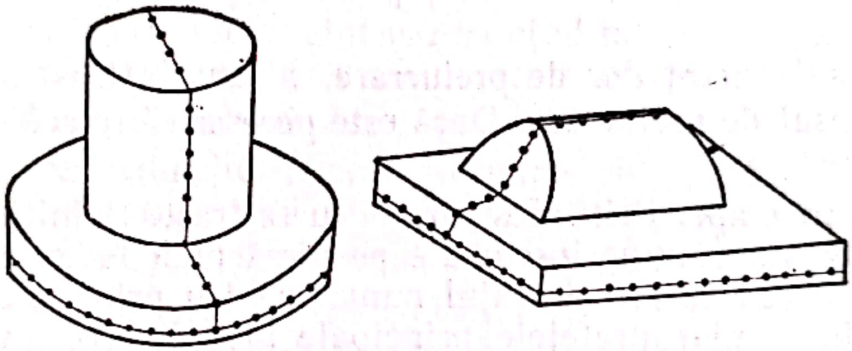


Fig. 7.15

b. Piesele de forma bucșelor vor avea un plan de referință frontal și o axă de simetrie trasată după suprafața cilindrică interioară sau exterioară (fig. 7.14, *a* și *b*), după cum miezul a fost mai mult sau mai puțin deplasat de turnare. Poziția axei se va stabili prin încercări. De exemplu, se înseamnă centrul după exterior la ambele capete și se face apoi un trasaj provizoriu al contururilor ce se vor prelucra. Dacă piesa rezultă din prelucrare fără pete, atunci această axă va rămîne definitivă. În cazul în care piesa nu se poate prelucra conform desenului, atunci se va schimba poziția axei de simetrie astfel ca pe suprafețele supuse prelucrării să rămînă suficient adaos de material.

c. La piesele de forma unor corpuri cu flanșe, trasajul se începe de la un plan longitudinal (fig. 7.15) și unul frontal, paralel cu suprafața care nu se prelucrează a flanșei.

Scanned with OKEN Scanner

În funcție de configurația piesei, tehnologia de prelucrare și de caracterul producției, trasarea se execută de la început pentru toate operațiile de prelucrare, pentru una sau un grup de operații.

Controlul prin trasaj. În cazul producției individuale și de serie mică se face trasarea completă a piesei brute, verificîndu-se astfel forma geometrică a piesei și mărimea adaosului de prelucrare. Prin acest control se evită intrarea în prelucrare a pieselor necorespunzătoare din punct de vedere dimensional.

Piesele care necesită remanierea prin sudură a suflurilor sau a formei geometrice se vor detensiona prin tratament termic înainte de a fi supuse unui nou trasaj.

După trasarea completă, piesa poate fi găsită ca necorespunzătoare. Atunci se analizează posibilitatea ca prin refacerea trasajului cu altă poziție a elementelor de referință, piesa să poată fi introdusă în prelucrare.

În decursul operațiilor de prelucrare, o parte a trasajului dispare o dată cu adaosul de prelucrare. Dacă este necesar să reface o parte a trasajului îndepărtat.

Trasarea în etape. Prin acest procedeu se trasează inițial planele de referință care vor rămîne însemnate pe piesă pînă la terminarea prelucrării. La început se face trasajul numai pentru primele operații, prin care se prelucrează suprafețele principale ale piesei ce vor constitui baze de așezare la celalte operații.

Această metodă este utilizată uneori și în cazul producției de serie. Prezintă dezavantajul că face posibilă uzinarea parțială a pieselor cu defecte. Operațiile de trasare alternînd cu cele de prelucrare, se poate întîmpla ca după primele prelucrări piesa să nu mai corespundă geometric. Deoarece s-au îndepărtat prin prelucrare o parte din adaosuri, nu este posibilă schimbarea poziției elementelor de referință în vederea refacerii trasajului. Piesa va trebui rebutată.

Piesele care se prelucrează în dispozitive nu au nevoie de trasajul complet. Se renunță la trasaj pentru operațiile care se execută în dispozitive.

Centrarea pieselor în dispozitive se poate face după trasaj. Piesa din fig. 7.16, cuplă automată pentru vagoane, se fixează în dispozitiv după trasaj, pentru executarea celor patru găuri. Centrarea se face după planele de referință. Restul prelucrărilor se face luîndu-se ca bază aceste găuri.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultă din cele arătate mai sus că trasatorul trebuie să cunoască tehnologia de lucru la principalele mașini din secție pentru care face trasajul, în funcție de succesiunea operațiilor de prelucrare.

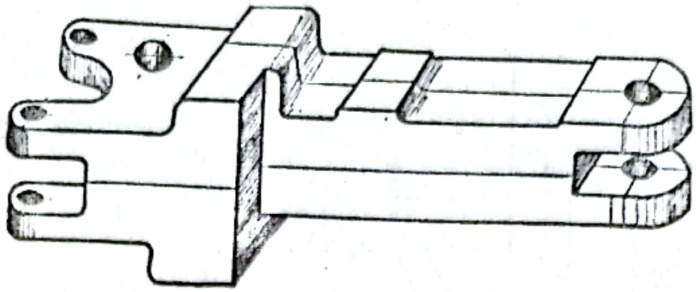


Fig. 7.16

Este de preferat ca piesa să fie însoțită de planul de operații care să cuprindă și schițele necesare trasării.

7.4.1. *Trasarea fără masă*

După configurația pieselor sînt cazuri cînd nu este nevoie de o masă specială de trasaj, ci numai de unele instrumente simple.

Mai jos se dau cîteva exemple:

— trasarea centrului unei piese rotunde cu ajutorul unui echer, de centrare sau a compasului mixt (fig. 7.9);

— liniile paralele sau perpendiculare pe una din laturile piesei (fig. 7.7 și 7.8);

— trasarea șabloanelor pentru profilul flancurilor roților dințate.

7.4.2. *Trasarea în plan*

Piesele de forma plăcilor, la care două dimensiuni sînt mult mai mari decît a treia (grosimea), se trasează pe masă prin însemnarea unei rețele de linii paralele și perpendiculare între ele. Trasajul se execută cu paralelul spirijinit pe cutii de trasaj, deplasate pe două laturi ale mesei. Un exemplu de trasare în plan este dat în fig. 7.17.

Trasarea în plan este specifică atelierelor de tinichigerie și lăcătușerie, fiind foarte rar întîlnită în atelierele mecanice.

7.4.3. *Trasarea în spațiu*

Cele mai obișnuite cazuri de trasare sînt executate pe piese complexe, operația de trasare făcîndu-se în spațiu, adică în mai multe plane perpendiculare între ele. Operația se execută pe masa de trasaj cu ajutorul paralelului și al cutiei de trasaj.

Scanned with OKEN Scanner

Piesa poate să stea fixă, să se deplaseze sau să fie răsturnată pe masă. Dacă piesa își schimbă poziția, atunci pentru orice poziție nouă, piesa se va centra după trasajul precedent. Pentru mărirea preciziei de cen-

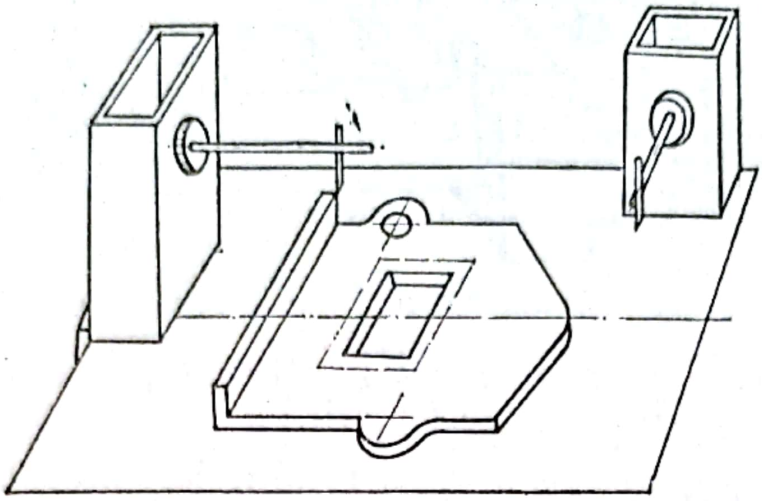


Fig. 7.17

trare se vor folosi liniile cele mai lungi, de preferință elementele de referință. Orice schimbare a poziției piesei poate duce la abateri în trasare. Se elimină această sursă de erori dacă piesa nu-și schimbă poziția în decursul trasajului.

În fig. 7.18 este dat un exemplu de trasare în mai multe plane a unei piese. Piesa se așază pe masa de trasaj, luîndu-se ca elemente de referință suprafața neprelucrată a flanșei și axa de simetrie a corpului cilindric. Se verifică dacă un plan vertical care trece prin axa de simetrie împarte în două jumătăți egale lățimea flanșei, în caz contrar se alege altă poziție a elementelor de referință. Se pot admite abateri de la grosimea uniformă a flanșei și a corpului cilindric în limitele admise pe desenul piesei. Corectarea poziției piesei pe masa de trasaj se face cu ajutorul penelelor. Planele *A* și *B* paralele cu suprafața mesei se trasează cu paralelul. Planul longitudinal *C* prin axa de simetrie și planul *D* pentru prelucrarea celor două fețe frontale, se trasează cu paralele rezemate pe cutii.

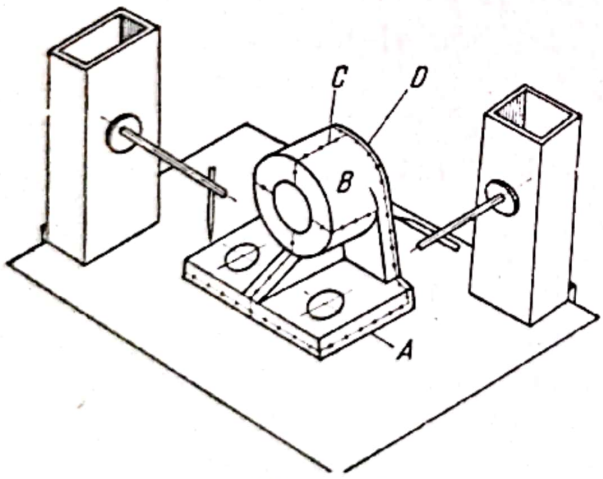


Fig. 7.18

Scanned with OKEN Scanner

Un alt exemplu de trasare în spațiu este arătat în fig. 7.19. Piesa se așază pe reazeme reglabile. Trasarea se execută cu paralele sprijinite pe cutii prismatice sau direct pe masă.

7.4.4. *Trasarea după șablon*

Așa cum s-a arătat și în capitolul 6, folosirea șabloanelor la trasarea pieselor este aplicată în cazul producției de serie. Este evident că

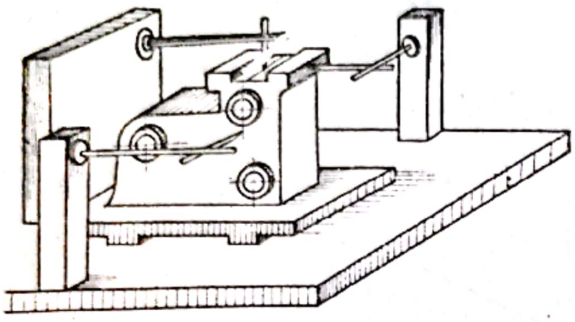


Fig. 7.19

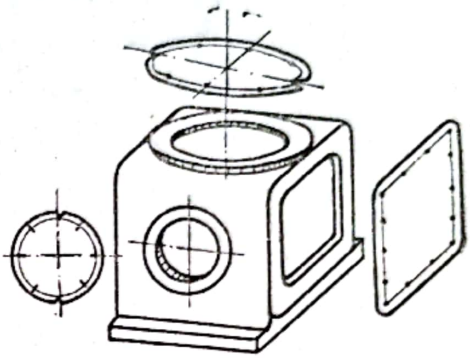


Fig. 7.20

timpul necesar efectuării trasajului va fi foarte mult micșorat în comparație cu practica obișnuită a trasării fiecărui detaliu cu instrumentele normale.

O atenție deosebită va trebui dată centrării șablonului față de elementele geometrice ale piesei. Șabloanele se pot centra după două laturi ale piesei, o latură și o proeminență sau orificiu, două proeminențe sau două găuri. Centrarea se poate face după planele de referință trasate pe suprafața piesei.

Se pot urmări în fig. 7.20 cîteva exemple de trasare cu ajutorul șabloanelor. Piesa are prevăzute un număr de găuri pe fiecare flanșă. Trasarea individuală a găurilor, în afara faptului că cere timp îndelungat, poate produce erori. Șabloanele pentru flanșele rotunde sînt prevăzute cu decupări, în dreptul urmelor planelor de referință ale piesei, poziția găurilor fiind determinată în funcție de aceste plane. Șablonul dreptunghiurilor nu are astfel de decupări, deoarece el nu se poate roti. Se centrează după exteriorul piesei.

7.4.5. *Trasarea de precizie*

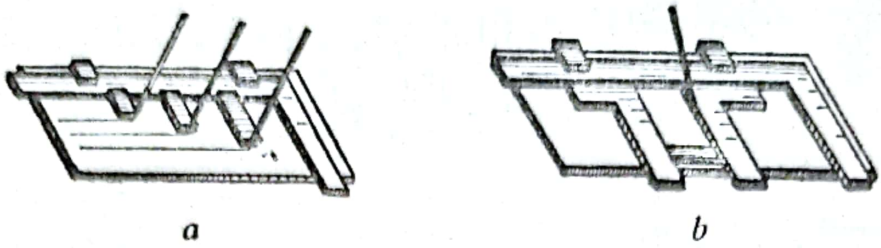
În practică, mai ales în secțiile de sculărie, se cer trasaje de precizie sub forma unor linii paralele, perpendiculare sau înclinate.

Linii paralele cu una din laturile piesei sau cu altă linie existentă pot fi trasate precis după cum este arătat în fig. 7.21, *a*. Pe linia de re-

Scanned with OKEN Scanner

ferință, materializată de un lineal fixat cu menghine manuale, se deplasează cale plan-paralele cu lățimile dorite. Precizia distanței este influențată de poziția acului de trasaj și de forma vîrfului său.

Liniile perpendiculare pe o latură a pisei sau pe o altă linie se trasează cu ajutorul calelor plan-paralele și echerelor de precizie. În fig. 7.21, *b*



a *b*

Fig. 7.21

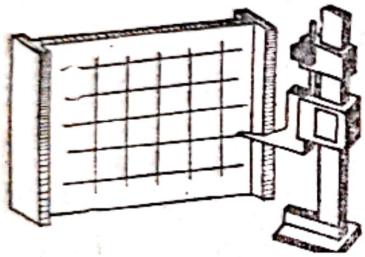


Fig. 7.22

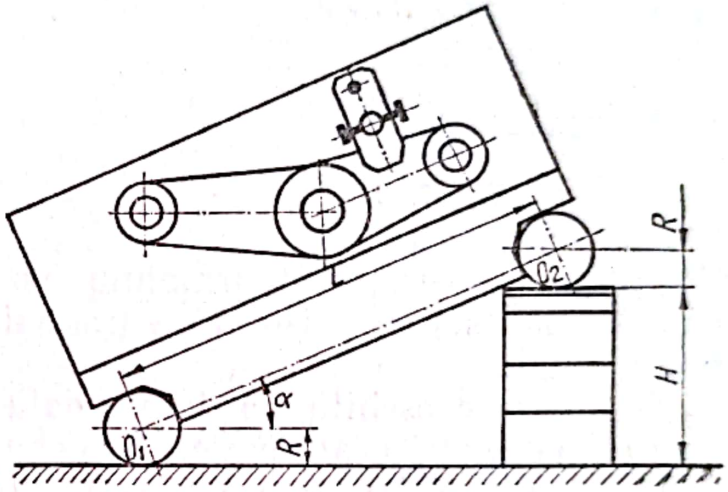


Fig. 7.23

linealul este fixat cu menghine de piesă, marcîndu-se astfel linia de referință. Este de preferat ca primul echer să fie și el fixat cu menghine.

La o distanță corespunzătoare de primul echer, obținută cu ajutorul calelor plan-paralele, se trasează linii perpendiculare pe bază cu ajutorul echerului mobil. Schimbîndu-se calele plan-paralele se pot trasa linii la orice distanță dorită.

O rețea de linii paralele cu marginile piesei se trasează cu șublerul special de trasaj (fig. 7.22). Este necesar ca vîrful șublerului să nu fie tocit și lățimea vîrfului să fie orizontală pentru a se mări precizia trasajului.

Unghiurile precise se trasează cu rigla sinus arătată în fig. 4.39. Avînd o riglă sinus cu distanța $L = 200$ mm (fig. 7.23), înălțimea calei plan-paralele pentru a înclina rigla cu unghiul $\alpha = 24°10'$ este

$$H = L \sin \alpha = 200 \cdot 0{,}40939 = 81{,}878 \text{ mm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Trasajul va decurge în felul următor: cu rigla așezată pe masă se trasează una din linii și apoi, după înclinarea riglei, se trasează cealaltă linie, plecîndu-se din vîrful unghiului a cărei poziție este precizată pe desen. Ambele linii se trasează cu paralelul.

7.4.6. *Trasarea cu dispozitive speciale*

Dispozitivele speciale utilizate de trasatori pot fi pentru așezarea piesei, poziționarea acului de trasat sau altor instrumente, precum și dispozitive ajutătoare pentru calcul.

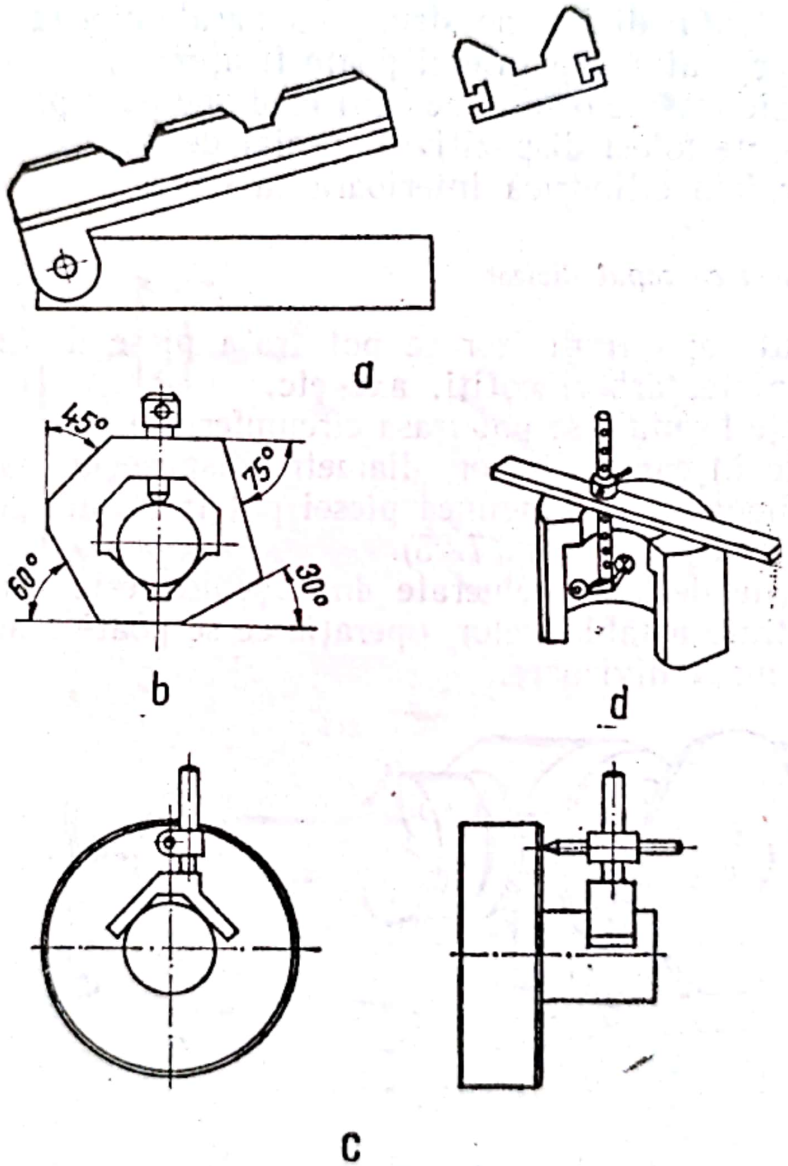


Fig. 7.24

Prisma specială din fig. 7.24, *a* servește la așezarea pieselor conice. Axa piesei este paralelă cu suprafața mesei. Deschiderea prismei se sta-

bilește după centrele celor două capete ale piesei cu ajutorul unui paralel deplasat pe suprafața mesei.

În cazul producției în serie a pieselor cilindrice pe suprafața cărora trebuie trasate linii sub diverse unghiuri, se folosesc prisme speciale ca aceea din fig. 7.24, *b*. Piesa va fi centrată între cele două suprafețe înclinate din interior. Trasarea se face numai cu paralelul. La început prisma se așază pe masă cu suprafețele paralele cu axele de simetrie pentru trasarea acestora. Apoi se rotește prisma pentru trasarea celorlalte linii paralele cu restul suprafețelor înclinate.

Trasarea unei circumferințe pe suprafața unei piese prevăzute cu cep poate fi făcută direct pe strung cu paralelul (fig. 7.24, *c*). Dacă piesa nu are cep, atunci paralelul poate fi așezat pe pinola strungului.

Dacă trebuie trasate o serie de linii mediane pe suprafața unor bucșe cu prag, se poate folosi dispozitivul special de trasare din fig. 7.24, *d*, utilizînd suprafața cilindrică interioară ca bază.

7.4.7. *Trasarea cu capul divizor*

Cu ajutorul capului divizor se pot trasa piese din tablă, discuri, bucșe, piese plate, arbori cotiți, axe etc.

Pe suprafețe frontale se pot trasa circumferințe prin rotirea continuă a piesei fixate în capul divizor, diametre dispuse la diverse unghiuri, precum și poligoane; în lungimea piesei pot fi trasate generatoare dispuse la diferite distanțe (fig. 7.25).

Pentru roțile de lanț prelucrate după șablon este necesară trasarea axelor de centrare a șabloanelor, operație ce se poate realiza pe cap divizor sau pe masă divizoare.

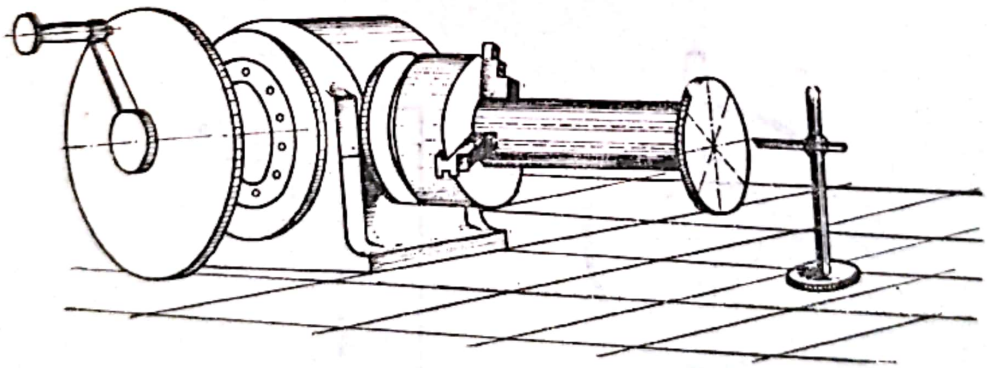


Fig. 7.25

După complexitatea lor, capetele și mesele divizoare pot fi bazate pe mai multe metode, enumerate mai jos:

— cu divizare directă, folosindu-se discuri cu un număr de găuri egal sau multiplu întreg numărului în care se face divizarea piesei respective (fig. 7.26, *a*);

Scanned with OKEN Scanner

— cu gradație unghiulară pe partea rotitoare și reper pentru citirea unghiului pe partea fixă;

— capete sau mese divizoare universale cu discuri (fig. 7.26, *b* și *c*); de obicei axul principal se poate înclina față de orizontală, mărindu-se astfel posibilitatea lor de utilizare;

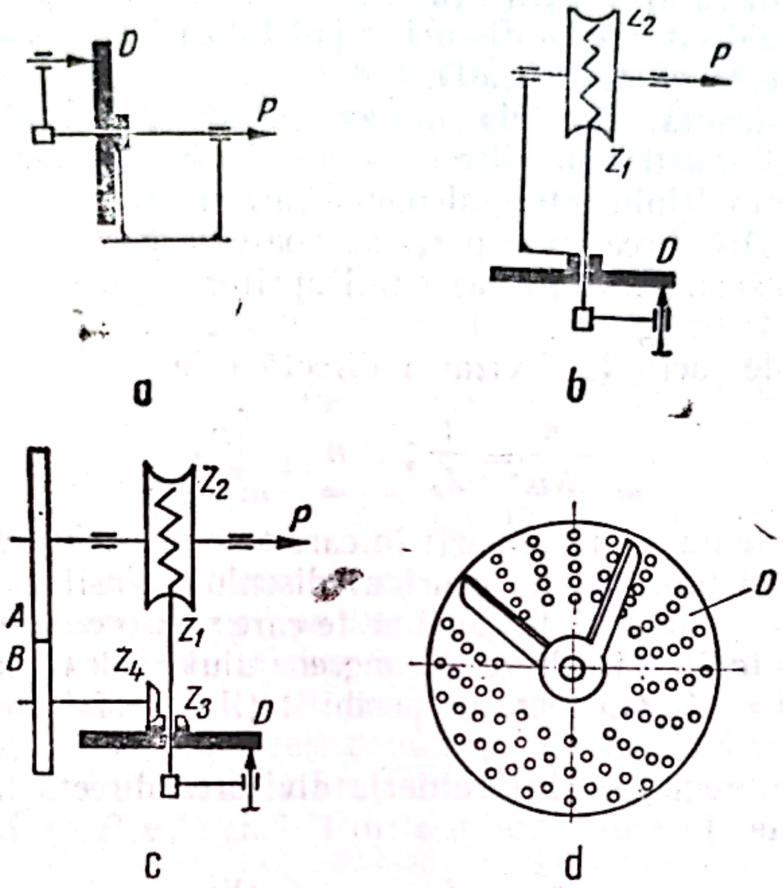


Fig. 7.26

— capete sau mese divizoare optice (fig. 7.27).

Schema cinematică a capului divizor universal cu discuri este arătată în fig. 7.26, *b* și *c*. La capătul *P* al axului principal piesa poate fi prinsă între vîrfuri, pe un platou sau într-un universal de strung.

Angrenajul melcat Z_2/Z_1 are de obicei raportul de transmitere $i = 40$. Mesele divizoare au de obicei rapoartele de transmitere mai mari și anume $i = 90$ sau 120. Discurile *D* (fig. 7.26, *d*) se pot schimba în funcție de numărul de găuri necesar divizării. Se întîlnesc capete divizoare înzestrate cu trei discuri, cu următoarele numere de găuri dispuse pe șase circumferințe:

15	16	17	18	19	20
21	23	27	29	31	33
37	39	41	43	47	49

Se observă că numerele prime pînă la 50 sînt cuprinse în numărul găurilor de pe discuri sau în factorii raportului de transmitere $40 = 2^3 \times 5$.

Roțile dințate conice Z_3 și Z_4 au același număr de dinți, deci raportul de transmitere este unitar. Roțile de schimb A și B asigură rotirea suplimentară a discului pentru realizarea așa-zisei divizări diferențiale.

Cu capetele divizoare cu discuri se pot folosi trei metode de divizare: directă, indirectă și diferențială.

Divizarea directă. Capetele universale au posibilitatea ca pe axul principal să fie montat un disc cu găuri. Numărul găurilor de pe disc va fi egal sau multiplu întreg al numărului diviziunilor necesare.

Exemplu. Divizarea în 6 părți se poate face cu discul cu 6; 12; 18; 24; 6 n găuri. În acest caz cuiul opritor se introduce succesiv peste 1; 2; 3; 4; n găuri.

Formula de lucru la divizarea directă este

$$\frac{n}{N_D} = \frac{1}{Z_p}; \quad n = \frac{N_D}{Z_p},$$

în care: Z_p este numărul de părți în care trebuie făcută divizarea;

N_D — numărul de găuri al discului folosit;

n — numărul de găuri peste care se trece cuiul opritor.

Divizarea indirectă. Prezența angrenajului melcat cu raportul de transmitere $i = Z_2/Z_1$, mărește posibilitățile de folosire ale capului divizor.

Formula de reglaj se deduce de la divizarea directă în care va apărea i în loc de 1:

$$\frac{n}{N_D} = \frac{i}{Z_p}; \quad n = \frac{iN_D}{Z_p}.$$

Exemplul 1. La un cap divizor cu $i = 40$ trebuie să se facă divizarea în $Z_p = 90$ părți:

$$\frac{i}{Z_p} = \frac{n}{N_D} = \frac{40}{90}.$$

Fracția 40/90 se scrie sub forma unor produse ale celor mai mici divizori ai numitorului și numărătorului:

$$\frac{n}{N_D} = \frac{40}{90} = \frac{5 \times 2 \times 2 \times 2}{5 \times 2 \times 3 \times 3} = \frac{2 \times 2 \times 2}{2 \times 3 \times 3} = \frac{8}{18}.$$

Se simplifică fracția astfel ca la numitor să rămînă un număr care corespunde numărului de găuri al discului. În cazul de față se simplifică cu 5.

Scanned with OKEN Scanner

Operația de divizare se face deplasînd succesiv maneta cu opritorul peste 8 găuri pe discul cu 18 găuri.

Exemplul 2. Divizarea în $Z_p = 44$ cu un cap divizor cu $i = 40$:

$$\frac{i}{Z_p} = \frac{n}{N_D} = \frac{40}{44} = \frac{2 \times 2 \times 2 \times 5}{2 \times 2 \times 11}.$$

Se analizează fracția pentru a vedea dacă simplificînd numitorul se obține un număr care să corespundă găurilor după discuri. Nu există disc cu 11; 22 sau 44 de găuri. Din lista discurilor se vede că există discuri cu 33 de găuri. Se simplifică fracția cu 2×2 și se multiplică apoi cu 3:

$$\frac{n}{N_D} = \frac{2 \times 2 \times 2 \times 5}{2 \times 2 \times 11} = \frac{10}{11} \times \frac{3}{3} = \frac{30}{33}.$$

Exemplul 3. Divizarea în $Z_p = 34$ de părți pe un cap divizor cu $i = 40$:

$$\frac{i}{Z_p} = \frac{n}{N_D} = \frac{40}{34} = \frac{2 \times 2 \times 2 \times 5}{2 \times 17} = \frac{20}{17}.$$

Se va deplasa succesiv maneta cu opritorul peste 20 de găuri (o rotație completă plus trei găuri) pe discul cu 17 găuri.

Divizarea diferențială. Divizarea care nu se poate face prin metodele directă sau indirectă se face prin divizarea diferențială.

În acest caz se montează cele două roți de schimb A și B. Împreună cu ele se montează și una sau două roți intermediare, deoarece distanța între axele roților A și B este fixă. Roțile intermediare nu intră în formula de reglaj.

Exemplu. Divizarea în $Z_p = 81$ de părți pe un cap divizor cu $i = 40$.

Se încearcă realizarea prin metoda indirectă, dar nu se poate simplifica fracția, neavînd nici un divizor comun:

$$\frac{n}{N_D} = \frac{i}{Z_p} = \frac{40}{81} = \frac{2 \times 2 \times 2 \times 5}{3 \times 3 \times 3 \times 3}.$$

După ce se alege un număr $z' = 84$ mai mare decît $Z_p = 81$ se aplică formula divizării diferențiale, făcîndu-se simplificările posibile:

$$\frac{n'}{N'_D} = \frac{i}{Z'} = \frac{40}{84} = \frac{2 \times 2 \times 2 \times 5}{2 \times 2 \times 3 \times 7} = \frac{10}{21}.$$

Pe discul cu 21 de găuri se va trece cu maneta din 10 în 10 găuri. Discul însă va trebui rotit suplimentar prin intermediul roților de schimb A/B al căror număr de dinți se determină cu formula:

$$\frac{A}{B} = \frac{i}{z'}(z' - z) = \frac{40}{84}(84 - 81) = \frac{10}{21} \times 3 = \frac{30}{21}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Dacă nu există roți de schimb 30/21, atunci se descompune fracția și se caută altă pereche de roți:

$$\frac{A}{B}=\frac{30}{21}=\frac{2\times 3\times 5}{7\times 3}=\frac{10}{7}.$$

Se înmulțește fracția 10/7 cu 5; 6; 7 pentru a se obține altă pereche de roți printre cele existente. Dacă nu se poate, atunci se va relua calculul de la început, alegîndu-se alt număr pentru z' mai mare sau mai mic decît 81.

În fața discului divizor sînt montate două indicatoare (v. fig. 7.26, *d*) care se pot roti independent de discul divizor. Indicatoarele se pot solidariza între ele cu ajutorul unui șurub, astfel ca în unghiul format între ele să fie cuprins numărul de găuri peste care se va deplasa cuiul opritor. Folosind aceste indicatoare nu mai este nevoie să se numere de fiecare dată numărul de găuri de pe disc în timpul divizărilor.

Divizarea pe capul divizor optic. Cu ajutorul capului divizor optic (fig. 7.27) se face divizarea directă pe bază de valori unghiulare cu o precizie de 15 secunde.

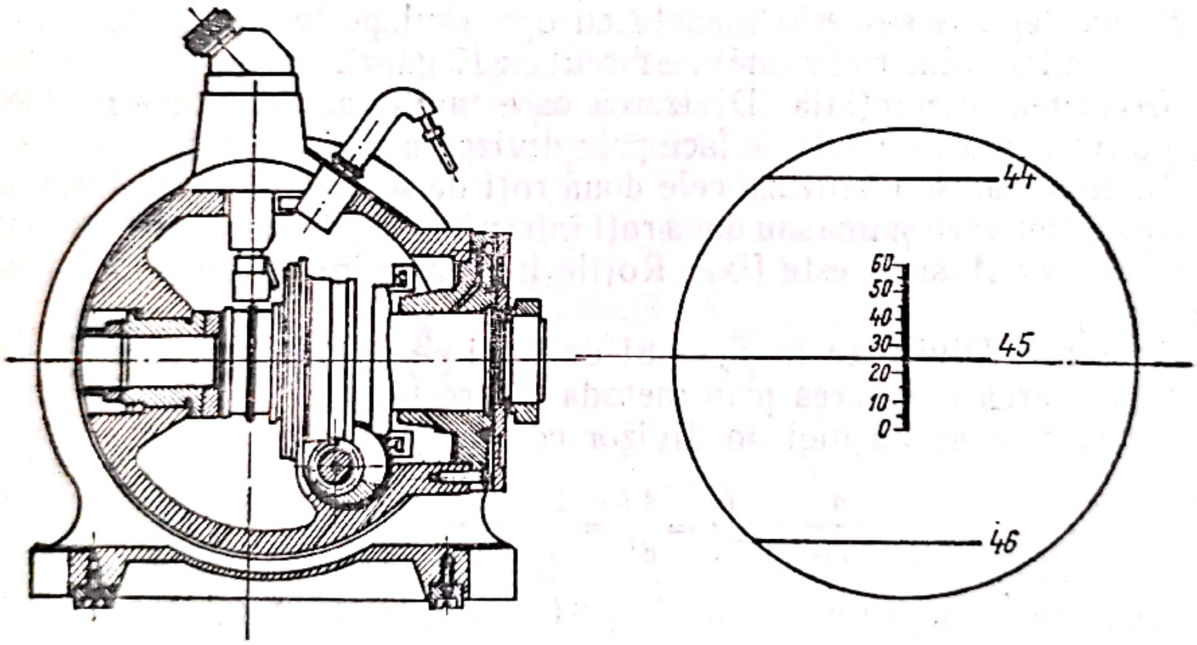


Fig. 7.27

Capul divizor optic se compune dintr-un ax principal, pe care este fixat un disc de sticlă pe suprafața căruia sînt marcate prin fotografiere 360 de raze echidistante. În partea superioară a carcasei este prevăzut un microscop prin care se citesc gradațiile discului de sticlă luminate cu becul, prin oglindă. Pe flanșa solidară cu axul principal sînt prevăzute gradații unghiulare pentru reglare aproximativă.

Scanned with OKEN Scanner

Microscopul este prevăzut cu un vernier fix împărțit în 60 de părți egale. Lungimea vernierului este egală cu distanțele dintre două gradații alăturate de pe discul de sticlă. În imaginea ocularului din fig. 7.27, *b* se citește indicația 45° 25,4′.

Exemplul 1. Divizarea în $Z_p = 24$ de părți.

Pentru fiecare diviziune se va roti axul cu piesa cu unghiul γ;

$$\gamma = \frac{360°}{Z_p} = \frac{360°}{24} = 18°.$$

Exemplul 2. Divizarea în $Z_p = 7$ părți:

$$\gamma = \frac{360}{7} = 51°25{,}71'.$$

Împărțirea se face în grade, minute și sutimi de minut. Nu este necesară împărțirea în secunde. Pentru fiecare diviziune axul cu piesa se va roti cu 51°25,71′, cu microscopul citindu-se pe rînd următoarele indicații: 0°0′; 51°25,71′; 102°51,42′; 154°17,14′; 205°42,85′; 257°08,57′; 308°34,28′; 0°0′.

7.4.8. *Trasarea unor linii lungi*

Lungimea maximă a linealelor, aflate în mod obișnuit la dispoziția trasatorilor, nu depășește doi metri. Pentru trasarea pieselor ale căror gabarite depășesc doi metri, se utilizează metoda de trasare a liniilor drepte cu sîrma de oțel.

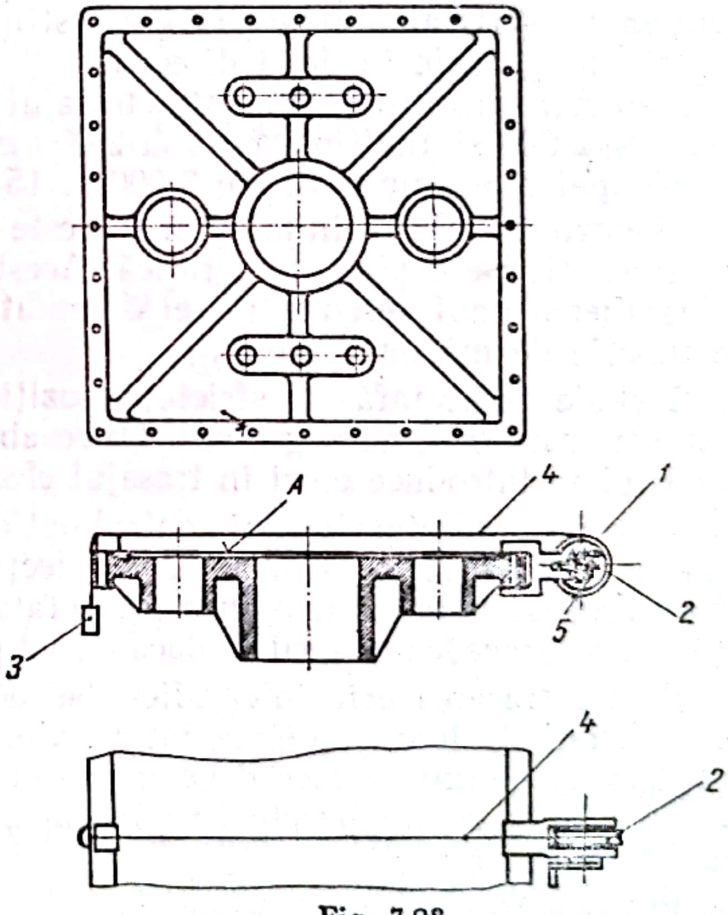


Fig. 7.28

În fig. 7.28 este arătată o piesă la care trasarea axei șirurilor de găuri se face cu ajutorul sîrmei. După prelucrarea suprafeței de așezare *A*, se prinde pe marginea piesei dispozitivului *1* de întins sîrma, după cum se vede în partea de jos a fig. 7.28. Un capăt al sîrmei *4* este înfășurat pe un mosor *2*, iar celălalt are un cîrlig de care se agață o greutate *3* pentru întindere. Firul *4* nu se poate desfășura după mosor din cauza opritorului cu clichet *5*.

Scanned with OKEN Scanner

La distanțe convenabile se așază prisme lîngă sîrmă, la baza cărora se însemnă cu acul poziția liniei ce va trebui trasată. După ce s-au făcut cîteva însemnări se scoate firul și se trasează linia pe porțiuni cu linealul.

7.4.9. *Trasarea prin fotografiere*

În cazul unei fabricații de serie mică sau mijlocie a unor piese turnate cu pereți despărțitori de grosimi și forme diferite situate în același plan (de tipul carcaselor de reductor), se poate aplica trasarea optică. Acest procedeu, care se mai numește trasare prin fotografiere, înlocuiește cu succes trasarea după șablon. Aplicarea unui procedeu sau altul se face după considerente economice.

Instalația pentru trasarea prin fotografiere se compune dintr-o masă pe care se așază piesele și dintr-un aparat de proiecție care se poate deplasa pe verticală în lungul unui stîlp (fig. 7.29, *a*). Mesele se pot deplasa pe ghidaje în două direcții.

S-au construit instalații pentru trasajul optic al pieselor de dimensiuni 1 600 × 2 000 și înălțimi pînă la 2 000 mm, iar pentru cazuri speciale mesele pot avea suprafața de 3 000 × 15 000 mm².

Pentru trasajul prin fotografiere este necesar un șablon sub forma unui negativ pe o placă fotografică. Acest negativ se poate obține prin fotografierea unui desen al piesei executat la scara 1 : 1, 1: 5 sau 1: 10 în funcție de mărimea piesei.

Trebuie respectată cu strictețe poziția piesei față de aparatul de proiecție care conține negativul. Orice abatere a distanței dintre negativ și piesă introduce erori în trasajul efectuat.

În vederea efectuării unui control optic se așază piesa pe masă, după care se aprinde lumina camerei de proiecție. Piesa se deplasează împreună cu masa, astfel ca imaginea proiectată să cuprindă suprafața piesei. Prin acest procedeu se verifică dacă forma piesei corespunde cu proiecția.

Pentru trasarea prin fotografiere se acoperă suprafața piesei cu un lac sensibil de lumină pigmentat în alb. După o expunere de lumină de circa 20 de min se face developarea cu un lichid stropit cu aparatul pneumatic sau cu un burete. Trasajul apare sub forma unor linii albastre pe un fond alb.

Precizia trasajului este condiționată de precizia la care s-a obținut șablonul negativ, precum și de variația distanței la care se așază piesa sub aparatul de proiecție.

În fig. 7.29, *b* este arătată schema optică a instalației. Lumina produsă de sursa *S*, trece prin condensatorul optic *1*, prin clișeul negativ *i*, iar după ce străbate distanța *l* este deviată de obiectivul *2*. Imaginea *I*

Scanned with OKEN Scanner

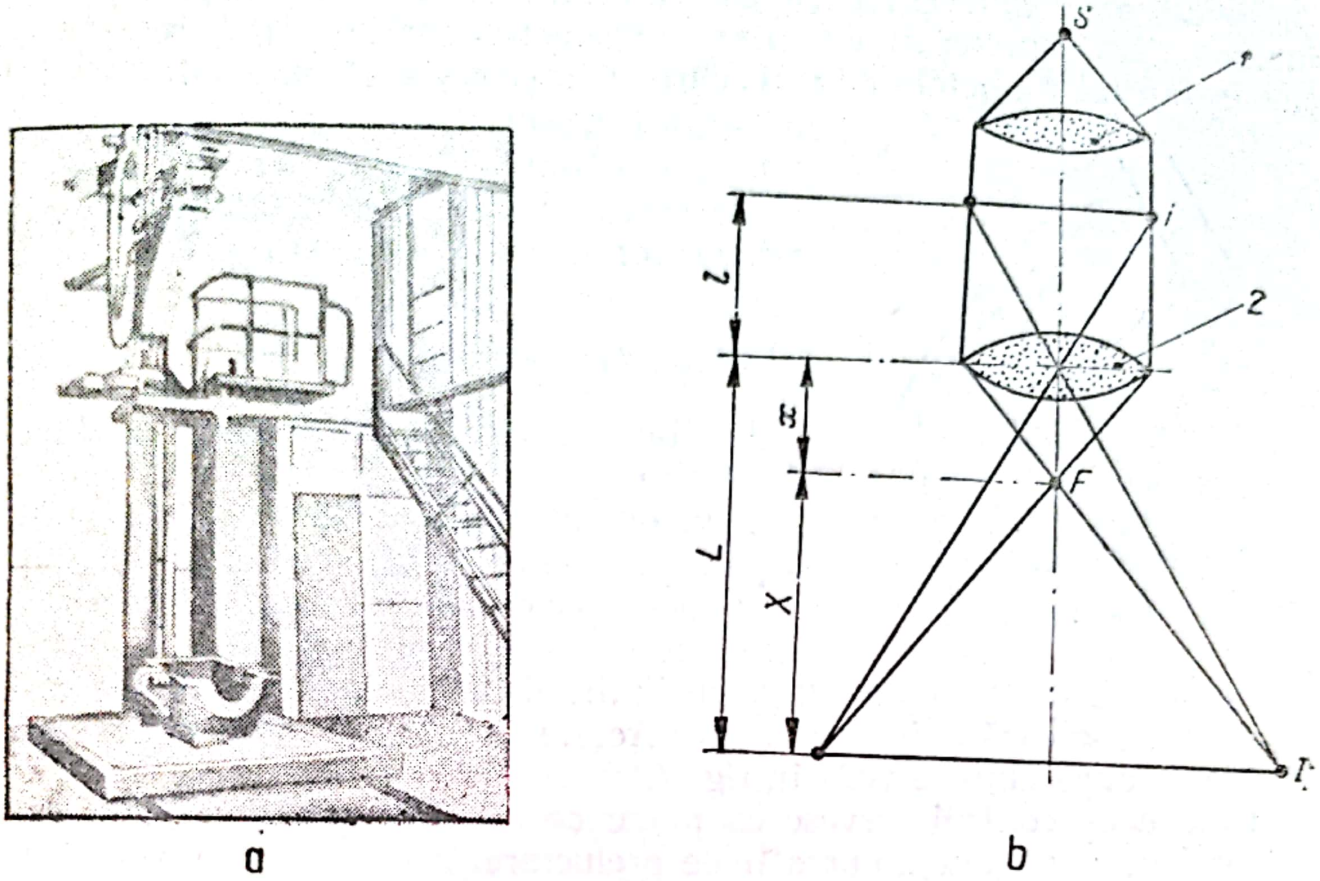


Fig. 7.29

pentru trasajul optic se găsește la distanța L față de obiectivul *2*. Imaginea I apare clară și precisă numai dacă sînt respectate următoarele relații:

$$\frac{I}{i} = \frac{L}{l} = \frac{X}{x} = m = \text{coeficientul de mărire;}$$

$$I = i\,m.$$

Șablonul negativ trebuie executat la scara 1 : m.

7.4.10. *Punctarea*

Liniile și centrele trasate pe o piesă fiind la suprafață dispar după puțin timp, de aceea este necesară marcarea lor prin punctare. Punctarea se face după ce piesa a fost trasată complet sau numai pentru unele operații, conform cerințelor procesului tehnologic. Se marchează prin punctare: centrele necesare trasării circumferințelor cu compasul; liniile de referință care vor servi controlului sau trasajului intercalat între operațiile de prelucrare; liniile drepte sau curbe trasate pentru delimitarea adaosului de prelucrare.

Pentru o mai bună evidențiere a trasajului trebuie marcate prin puncte intersecțiile circumferințelor cu axele respective, orice schimbare a direcției trasajului (punctele de racordare și intersecția a două linii). Restul conturului trasat va fi marcat prin puncte dispuse la distanța de 20—60 mm.

Marcarea se face cu punctatorul conform indicațiilor de la § 7.3.1 și fig. 7.3.

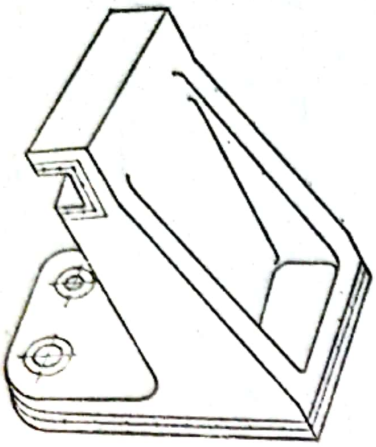


Fig. 7.30

7.4.11. *Linii de control*

Liniile de trasaj delimitează conturul piesei finite.

Prin operațiile de prelucrare aceste linii dispar, pe piesă rămînînd numai jumătăți din punctele ce marchează trasajul. De aceea, dacă este necesar, se pot trasa linii de control la o distanță de 2—5 mm față de liniile de prelucrare, pe partea care nu se îndepărtează prin prelucrare. Aceste linii nu se marchează prin punctare, după cum se vede în fig. 7.30.

Liniile de control servesc ca plane de referințe pentru trasările ce se vor face după unele operații de prelucrare.

7.5. *Exemple practice de trasare*

În practică, trasatorul din secțiile mecanice aplică toate metodele de trasare expuse mai sus. Pentru alegerea metodelor în vederea trasării unei piese este necesară studierea prealabilă a planului de operații. Pentru ca să efectueze un trasaj corespunzător, trasatorul trebuie să cunoască suficient de bine tehnologia operațiilor prelucrătoare din secția mecanică.

7.5.1. *Trasarea unui șablon*

Cele mai utilizate șabloane sînt plate, prezentîndu-se sub forma unor plăci din tablă cu un contur exterior și cu decupări interioare conform destinației lor.

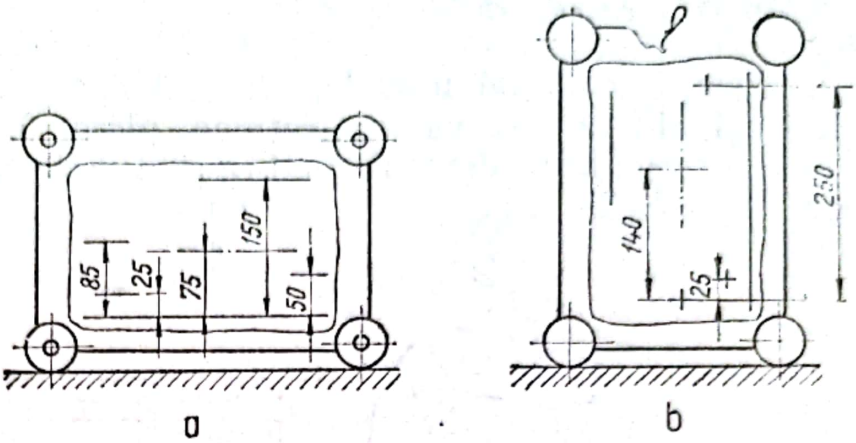
Pentru trasarea șabloanelor se folosesc metodele prezentate la § 7.4.5. Trasarea de precizie. Mai jos se va urmări trasarea unui șablon cu ajutorul unei rigle sinus speciale pentru piesa din fig. 7.31.

Rigla sinus pentru trasarea șabloanelor este formată dintr-o placă de oțel groasă de 30—40 mm, prevăzută cu patru role încastrate la colțuri (fig. 7.32, *a*). Pentru a fi mai ușor, corpul riglei este găurit. Aceste găuri servesc și la prinderea șabloanelor cu ajutorul unor bride.

Scanned with OKEN Scanner

O construcție perfecționată este realizată prin introducerea unor magneți permanenți în placa riglei, care vor ușura prinderea piesei.

Pentru trasare se va folosi un paralel de precizie la care valorile deplasărilor se citesc pe riglă cu vernier. La început se trasează liniile de



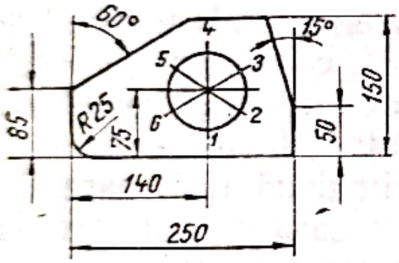


Fig. 7.31

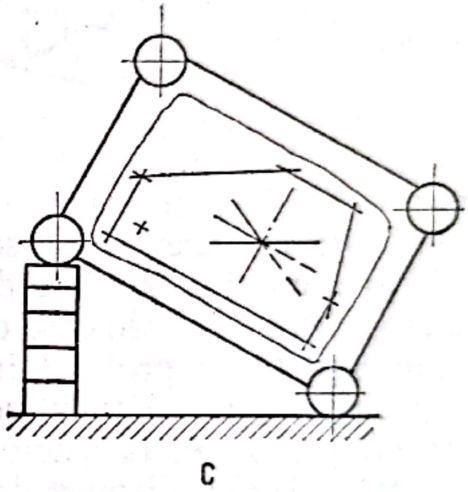


Fig. 7.32

profil și de cotă (pentru centrele racordării și circumferinței, precum și ale punctelor de plecare a inclinațiilor) paralele cu marginile piesei.

În fig. 7.32, *a* se trasează cotele: 150 mm lățimea șablonului, 50 mm și 85 mm care marchează începutul înclinațiilor, 25 mm și 75 mm care determină depărtarea de la bază a centrelor racordării și a circumferinței cu șase puncte (punctele *1—6*).

În fig. 7.32, *b* se trasează cotele: 250 mm, lungimea șablonului, 140 mm și 25 mm care determină poziția centrelor față de margine.

Înclinația de 15° se trasează cu rigla sprijinită pe cale plan-paralele plecîndu-se de la însemnarea ce marchează depărtarea de 50 mm de la bază.

Cu rigla înclinată la 30° se trasează un alt diametru al circumferinței care determină încă două centre ale găurilor.

Scanned with OKEN Scanner

Pe aceeași cale (fig. 7.32, *c*) se înclină rigla în partea opusă pentru trasarea altui diametru prin centrul circumferinței. Tot în această poziție se trasează și latura înclinată la 60°.

7.5.2. *Trasarea unei chei*

În cazul producției unicale, trasajul cheilor se execută direct pe materialul din care se va confecționa piesa. Trasajul astfel executat nu va fi altceva decît desenul cheii respective la scara 1 : 1 făcut foarte precis (fig. 7.33).

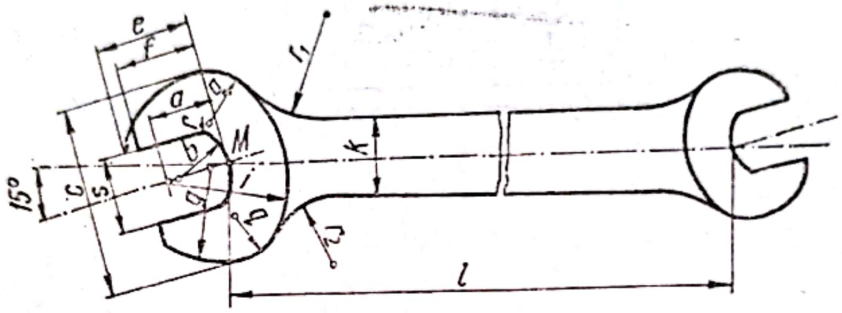


Fig. 7.33

Trasarea începe cu însemnarea axelor ce vor face între ele unghiul de 15° și a cotei *l*; apoi se duc liniile paralele la 15°, ce determină cotele *c* și *s*. Segmentul de cerc ce trece prin punctul *M* de rază *b*, și racordarea *r*, completează profilul interior al cheii. Cu centrul la distanța *a*, se trasează raza *i*. Din punctul *M* se înseamnă, prin două linii paralele, cotele *e* și *f*. Se ia într-un compas cota *g* și se trasează arce de cerc cu centrul pe axa dispusă la 15°, astfel ca să intersecteze deschiderea *s* a cheii la cota *e*. Arcele de cerc trasate cu razele *i* și *g* se vor racorda cu raza *q*. Corpul cheii are lățimea *K* racordată la cele două capete cu razele r_1 și r_2. Se trasează două linii paralele cu marginile corpului cheii la depărtarea r_1, respectiv în r_2 . Pe aceste linii se vor găsi centrele din care se descriu cele două racordări.

Celălalt capăt al cheii se trasează în mod asemănător.

7.5.3. *Trasarea unei păpuși mobile*

În fig. 7.34 este arătat desenul unei păpuși mobile de strung. Pentru alegerea elementelor de referință se iau în considerare atît tehnologia după care a fost turnată piesa, cît și tehnologia de prelucrare mecanică. Întregul proces tehnologic este stabilit în funcție de configurația și precizia dimensională cerute pe desen.

Operația de trasare se face în trei plane perpendiculare.

Scanned with OKEN Scanner

Este recomandat ca trasarea să fie făcută cu ajutorul cutiilor pentru a nu se schimba poziția piesei. Orice schimbare a poziției cere o nouă centrare după trasajul existent, ceea ce determină introducerea erorilor.

Butucul cilindric al pinolei se toarnă cu gaură, care poate să rezulte deplasată. Trasajul piesei începe cu însemnarea centrului la ambele capete. Se trasează apoi conturul găurii. Dacă nu rezultă un adaos de prelucrare minim, indicat prin tehnologie, pe toată circumferința, atunci piesa este declarată rebut.

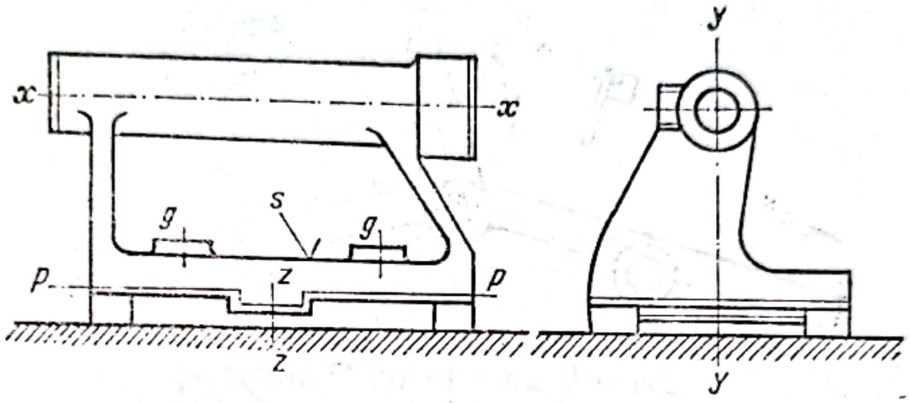


Fig. 7.34

Piesele corespunzătoare se așază pe masa de trasaj astfel ca linia *xx*, ce trece prin centrele de la capetele butucului, să fie paralelă cu suprafața masei.

Poziția definitivă pe masă este stabilită după suprafața neprelucrată *s* a tălpii. Cu un paralel se așază piesa astfel ca planul *pp* să fie paralel cu masa. Planul *pp* delimitează adaosul de prelucrare al tălpii. Se verifică dacă axa *zz* are o poziție conform desenului față de bază. În cazul cînd sînt abateri mari, se modifică puțin poziția liniei *pp* astfel ca grosimea tălpii să nu fie uniformă, dar în limitele cerute pe desen. S-au determinat în acest fel două elemente de referință după care a fost centrată piesa: axa *xx* și planul *pp*.

După centrarea piesei pe masă, se trasează conturul pragului de pe talpă, axele *gg* ale găurilor de fixare, adaosul de prelucrare după suprafețele frontale ale butucului, axele găurii manivelei de strîngere. Aceste trasaje se fac cu paralele sprijinite pe cutii paralelipipedice.

7.5.4. *Trasarea precisă a unui arc de rază mare*

Trasarea arcurilor mari cu compasul bară este o operație dificilă dacă raza arcului respectiv are o lungime mare. De asemenea, cu trasarea prin puncte, calculate sau determinate geometric, nu se obțin arcuri perfect circulare.

Scanned with OKEN Scanner

Se descrie mai jos metoda de trasare a unui şablon de forma unui segment de cerc cu raza de 2 000 mm, a cărui coardă este de 500 mm.

Se utilizează dispozitivul din fig. 7.35 compus din două braţe în formă de L, care se rotesc în jurul axei *C*. După fixarea lor la unghiul φ braţele se blochează. În punctul *C* este aşezat un ac de trasaj. Prin construcţie marginile lungi ale braţelor se întîlnesc în punctul *C*.

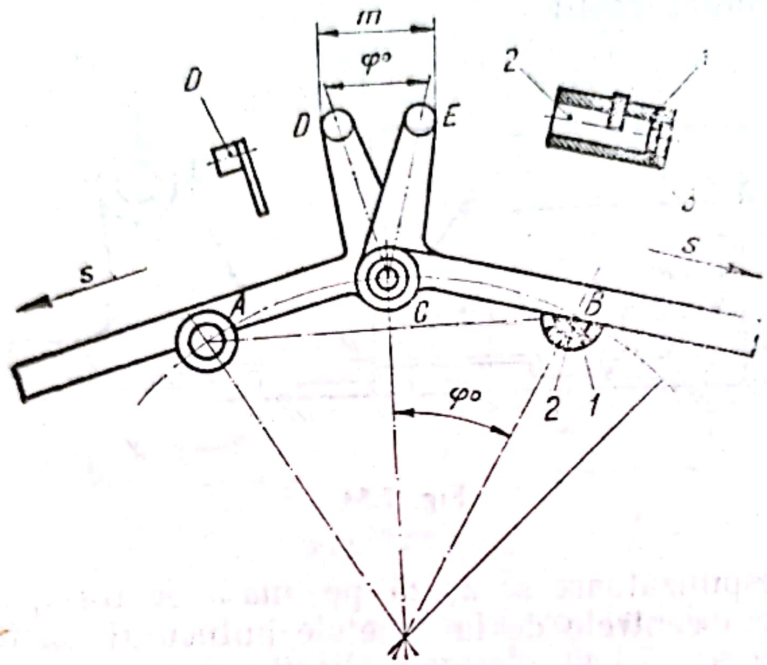


Fig. 7.35

La o distanţă de 100 mm de la centru, pe ramurile scurte ale fiecărui braţ este prevăzut cîte un buton rectificat. Aceste butoane servesc la fixarea cu ajutorul unui micrometru a distanţei *m* care reprezintă lungimea coardei întinsă de unghiul φ într-un cerc cu raza de 100 mm, la care se adaugă diametrul butoanelor de 20 mm.

În punctele *A* şi *B* sînt două manşoane *1* care se fixează, cu ajutorul unor bride, de piesa ce se trasează. În interiorul acestor manşoane sînt introduse, cu ajustaj alunecător, două bolţuri *2*, prevăzute cu un canal rectificat pînă la centru. Pentru a nu ieşi din manşoane, bolţurile au un canal inelar în care intră un ştift *3*. Manşoanele sînt prevăzute cu o frezare de 120° pentru a permite rotirea bolţurilor. Pentru trasarea arcului cu raza de 2 000 mm se fixează cele două manşoane la o distanţă $AB = 600$ mm mai mare decît lungimea coardei necesare. Această coardă întinde arcul φ, calculat cu formula:

$$\sin \varphi = \frac{AB}{2R} = \frac{600}{2 \times 2\,000} = 0{,}15 \text{ şi } \varphi = 8°38'.$$

Cele două butoane D și E vor trebui depărtate cu cota m pentru ca axele brațelor scurte să fie deschise la același unghi:

$$m = 20 + 2 \times 100 \sin \frac{\varphi}{2} = 20 + 200 \times 0{,}0753 = 35{,}06.$$

În formula de calcul a cotei m intră numărul 20, care reprezintă diametrul butoanelor.

După fixarea cotei m cu micrometrul, se blochează brațele în poziția stabilită.

Pentru trasarea arcului se deplasează dispozitivul în sensul săgeților S la stînga și la dreapta. Trebuie avut grijă ca marginile lamelor să se sprijine pe suprafețele teșite ale bolțurilor. Bolțurile se vor roti ușor. În acest fel marginile lamelor vor fi tot timpul secante la arcul trasat prin punctele CA și CB.

7.5.5. *Trasarea centrelor la arbori*

Trasarea centrelor, semifabricatelor din laminate rotunde, precum și arborilor forjați se poate face cu prisma din fig. 7.36. Pe una din fețe, prisma *1* este prevăzută cu o tablă *2*, a cărei margine marchează axa

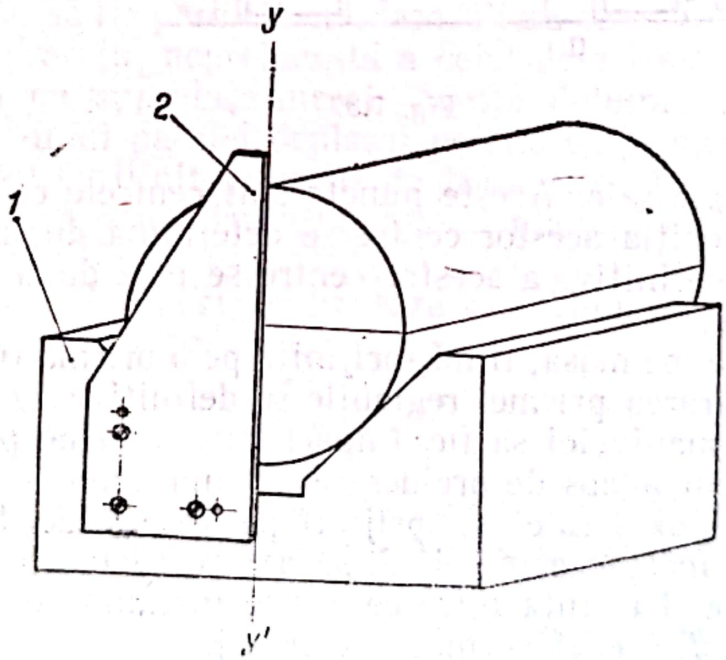


Fig. 7.36

de simetrie $y - y'$. Piesa se rotește în 2—3 poziții, de fiecare dată trasîndu-se axa de simetrie pe suprafața frontală.

Pentru piesele forjate este bine ca prisma să fie suficient de lungă, deoarece astfel de piese sînt de obicei conice la capete. Piesele lungi se vor așeza pe două prisme.

Scanned with OKEN Scanner

Manivelele pot fi prelucrate avînd la bază semifabricate turnate sau forjate. După destinație, exteriorul manivelelor rămîne brut sau se prelucrează. Semifabricatele turnate se fac de obicei cu găuri.

Centrarea piesei pe masă se face luîndu-se drept elemente de referință axa *xx* și planul median *mm* (fig. 7.37). Axa *xx* este determinată

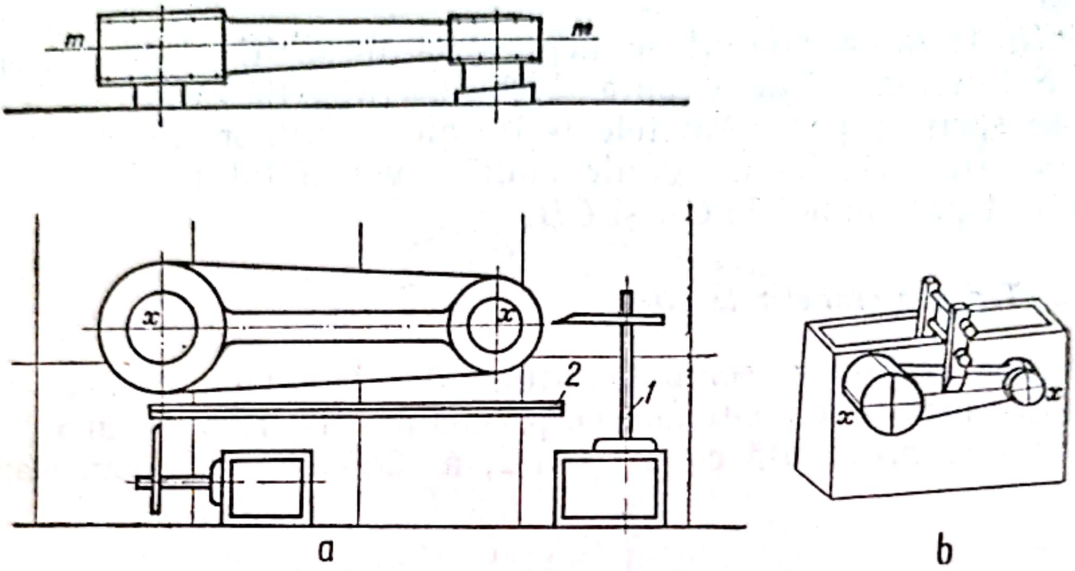


Fig. 7.37

de două puncte ale sale. Aceste puncte sînt centrele celor două capete ale manivelei. Poziția acestor centre se determină după conturul exterior. O stabilire definitivă a acestor centre se face după verificarea distanței dintre ele.

Se așază piesa pe masă, fiind sprijinită pe o prismă fixă și una reglabilă. Prin manevrarea prismei reglabile se definitivează poziția piesei, astfel ca brațul manivelei să fie împărțit în două de planul *mm* și ca să rămînă suficient adaos de prelucrare pe suprafețele respective.

Cu ajutorul unui paralel *1*, sprijinit pe o cutie de trasaj, se așază piesa paralel cu marginea mesei, după axa *xx* determinată de centrele celor două capete. Distanța între centre se înseamnă cu paralelul după un lineal gradat *2*, așezat pe masa de trasaj.

Manivela cu dimensiuni mici se prinde cu bride de o cutie prismatică după cum se vede în fig. 7.37, *b*. Se înseamnă centrele celor două capete care vor servi la așezarea piesei cu axa *xx* în poziție orizontală cu ajutorul unui paralel. După definitivarea poziției se strînge brida. Se răstoarnă cutia cu 90° și se trasează axele celor două capete. Dacă procesul tehnologic nu o cere, nu este nevoie de trasarea planului median *mm*.

Scanned with OKEN Scanner

7.5.7. *Trasarea unui corp de ventil*

Studiindu-se rolul funcțional al ventilului din fig. 7.38 se poate vedea că o condiție de prim ordin o constituie paralelismul celor două flanșe laterale. Distanța dintre aceste flanșe avînd un cîmp de toleranță destul de mare, planurile de prelucrare pot fi stabilite astfel ca grosimea flanșelor să fie în limitele cotelor indicate în desen.

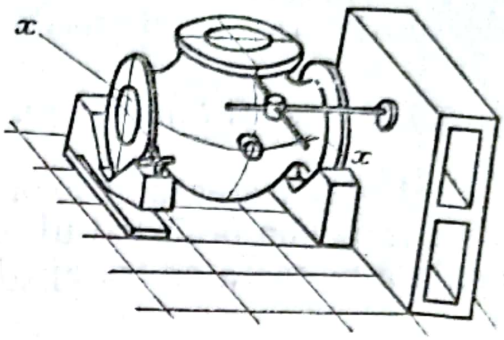


Fig. 7.38

Deoarece interiorul flanșelor nu se prelucrează, centrul lor se stabilește după orificiul rezultat din turnare. Centrele se înseamnă pe bucăți de lemn.

Se verifică dacă conturul exterior al celor trei flanșe, trasat provizoriu cu un compas, nu rezultă deplasat față de interior. În cazul deplasărilor datorate turnării, se caută pentru centru o poziție medie astfel ca trasînd circumferințele exterioară și interioară cu compasul, să rezulte abateri admisibile.

Piesa se așază pe două prisme astfel ca axa *xx*, ce trece prin centrele flanșelor laterale, să fie paralelă cu masa. Piesa se va roti în jurul acestei axe, pînă ce suprafața neprelucrată a celei de-a treia flanșe va fi asemenea paralelă cu suprafața mesei. Aceste determinări se fac foarte ușor cu ajutorul unui paralel deplasat pe suprafața mesei.

Cu un paralel sprijinit pe cutii de trasare, se înseamnă planele de prelucrare ale celor două flanșe laterale și planul vertical ce trece prin centrele celor trei flanșe.

Găurile pentru șuruburi se trasează cu șablonul sau cu compasul în funcție de mărimea producției.

7.5.8. *Trasarea unui palier de valț*

Trasarea se execută pe o masă a cărei suprafață este prevăzută cu șanțuri paralele cu marginile mesei. Talpa palierului se orientează cu marginile după șanțurile mesei.

Dacă masa nu are șanțuri de orientare, atunci piesa se centrează cu ajutorul cutiilor prismatice ce culisează la marginea mesei. Piesa se așază pe trei reazeme reglabile care fac posibilă potrivirea pe verticală a piesei (fig. 7.39). Ghidajelor *g* trebuie să fie perpendiculare pe masă. Cu un paralel deplasat pe o cutie prismatică se verifică această poziție, precum și distanța *t* dintre ghidaje și centrul lagărului.

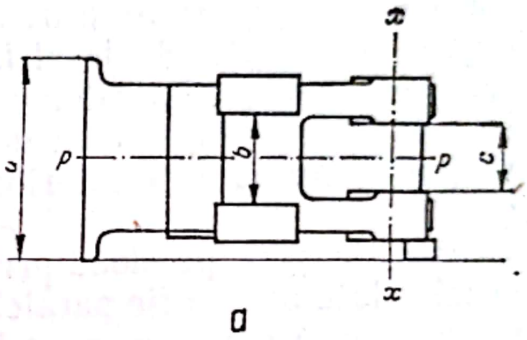
Dacă sînt nepotriviri, atunci se vor face corecții, astfel ca să rămînă suficient adaos de prelucrare în interiorul lagărului și pe ghidaje. Planul

median *mm* se trasează perpendicular pe masă. Poziția lui se stabilește astfel ca să treacă prin mijlocul tălpii și al ghidajelor.

După definitivarea poziției, se trasează toate liniile orizontale. Pentru aceasta se înseamnă centrul lagărului, distanța pe verticală a planelor orizontale măsurîndu-se de la acest centru. Dacă talpa rămîne prea subțire sau adaosul de prelucrare va fi insuficient, se va deplasa centrul lagărului astfel ca abaterile geometrice să fie în limitele admise.

7.5.9. *Trasarea batiului unei prese*

Batiul se trasează în două poziții prin întoarcere, cu toate că este foarte greu. În prima fază, batiul se va așaza cu axa *xx* a excentricului, perpendiculară pe masa de trasaj (fig. 7.40, *a*). Piesa este sprijinită pe trei rea-



a

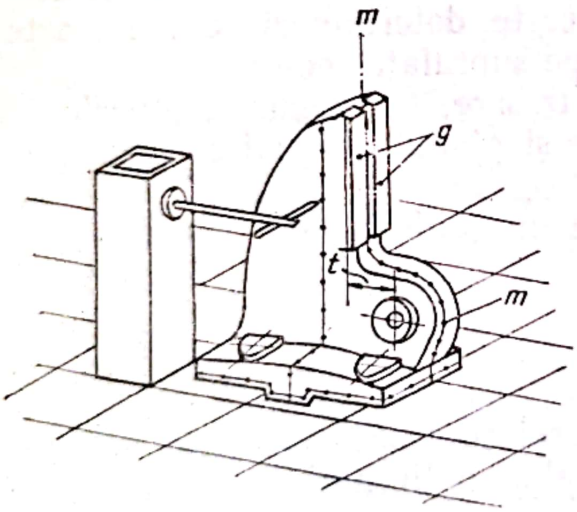
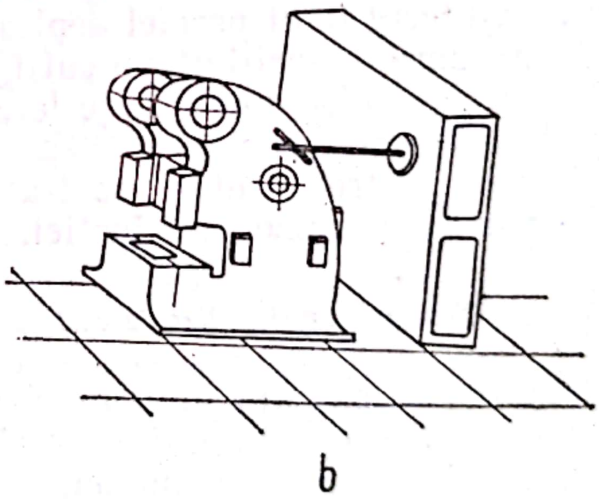


Fig. 7.39



b

Fig. 7.40

zeme reglabile. De jur împrejurul piesei se trasează planul median *pp*, astfel ca el să împartă în două părți egale cotele *a*,*b*,*c*.

Tot în această poziție se trasează suprafețele frontale ale palierelor excentricului și ale ghidajului, precum și toate suprafețele paralele cu planul median *pp*.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru faza a doua a trasării se întoarce batiul în poziţia verticală, corespunzătoare celei funcţionale (fig. 7.40, *b*). Centrarea se face după planul median cu ajutorul unui paralel sprijinit pe o cutie prismatică. Piesa va fi, de asemenea, aşezată pe trei reazeme reglabile.

Diametrele găurilor şi liniile de profil situate în plane orizontale se trasează cu paralelul deplasat pe suprafaţa mesei. Cele situate în plane perpendiculare pe masă se trasează cu paralelul sprijinit pe o cutie prismatică.

7.5.10. *Trasarea unui arbore cotit*

Se prezintă metoda de trasare a arborilor cotiţi cu şase paliere, de dimensiuni medii. Semifabricatul se obţine prin forjare în matriţă.

Trasarea se execută în mai multe etape intercalate între operaţiile prelucrătoare.

În prima etapă se trasează locul celor două găuri de centru şi lanţul de cote necesar operaţiei de strunjit fusurile palier. La capetele arborelui se fixează cîte un inel prins cu trei şuruburi (fig. 7.41, *a*). Prin intermediul acestor inele, arborele cotit se aşază pe două prisme cu role. Se învîrteşte piesa pe role şi se controlează cu paralelul, dacă arborele este fixat cu cele două capete cilindrice în centrul inelelor (fig. 7.41, *b*).

Prin această rotire se determină centrele la capetele piesei. Din aceste centre se trasează o circumferinţă cît mai aproape de exteriorul cilindric al capetelor. Se aşază arborele astfel ca braţele manetoanelor centrale să aibă axa de simetrie în plan orizontal, după care se roteşte piesa cu 60° într-o parte şi în alta, trasîndu-se diametrele în poziţiile respective. După trasarea provizorie a acestor trei diametre, care corespund cu axele de simetrie ale celor trei perechi de manetoane, se verifică dacă există adaos de prelucrare suficient pe fiecare braţ al arborelui cotit.

În vederea acestui control se roteşte arborele cotit astfel ca cele trei diametre să vină pe rînd în poziţiile orizontală şi verticală. Rezultă şase poziţii în care se vor trasa cu paralelul limitele maxime ale adaosului de prelucrare (fig. 7.41, *b*).

În fig. 7.41, *b* sînt arătate trei poziţii în care se trasează linii orizontale cu paralelul la distanţe anumite de la centru. Aceste distanţe sînt determinate grafic dintr-o schiţă foarte precisă făcută pentru o secţiune a arborelui cotit.

Dacă rezultă adaos de prelucrare uniform repartizat, se poate considera definitivă fixarea în cele două inele şi se vor marca prin punctare centrele de la cele două capete, precum şi intersecţiile diametrelor cu circumferinţele de pe suprafeţele frontale.

Scanned with OKEN Scanner

Se așază piesa astfel ca axa de simetrie să fie paralelă cu marginea mesei. Paralel cu piesa se așază un lineal care va ușura însemnarea lanțului de cote în lungimea arborelui cotit (fig. 7.41, *c*).

După executarea găurilor de centrare, se strunjesc fusurile paliere și capetele arborelui, după care piesa revine pe masa de trasaj pentru tra-

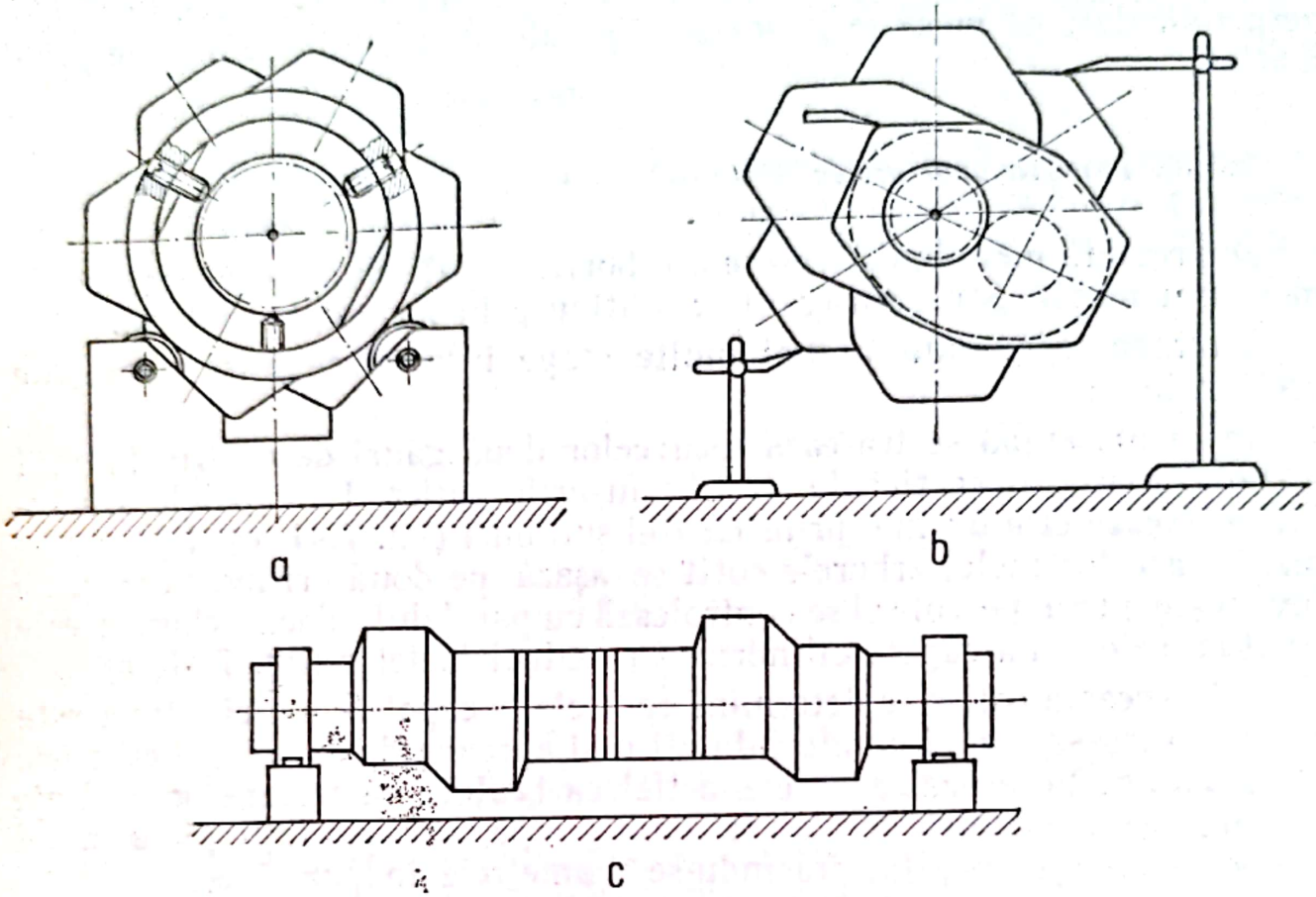


Fig. 7.41

sarea canalului de pană. Acest canal de pană va servi în continuare centrării piesei pentru prelucrările următoare.

Este de remarcat inovația fixării arborelui în cele două inele care elimină un trasaj preliminar și operația de strunjire a capetelor semifabricatului forjat.

7.5.11. *Trasarea unui bloc de motor cu 12 cilindri în V*

Blocul motor este turnat din aliaje de aluminiu. Camera de apă este cuprinsă între bucșa cilindrilor și peretele blocului. Pe exteriorul blocului sînt fixate (pe suprafețele prelucrate) organele anexă ale motorului: pompele de injecție, de apă și de ulei, turbosuflanta, filtrul de aer, motorul de pornire, colectoarele pentru evacuare.

Scanned with OKEN Scanner

Elementele de referință ale trasajului se aleg în funcție de condițiile tehnice ale desenului și tehnologiei de prelucrare. Tehnologia de turnare trebuie cunoscută de trasator, deoarece pot fi descoperite mai ușor abaterile dimensionale datorită turnării și se pot evita influențele acestor defecte asupra poziției elementelor de referință.

După ce piesa a fost pregătită pentru trasare, cu centre false și vopsită se așază pe masă pe trei reazeme reglabile. Poziția pe masă (fig.7.42) se alege astfel ca axele celor șase cilindri care formează o linie să fie cuprinse

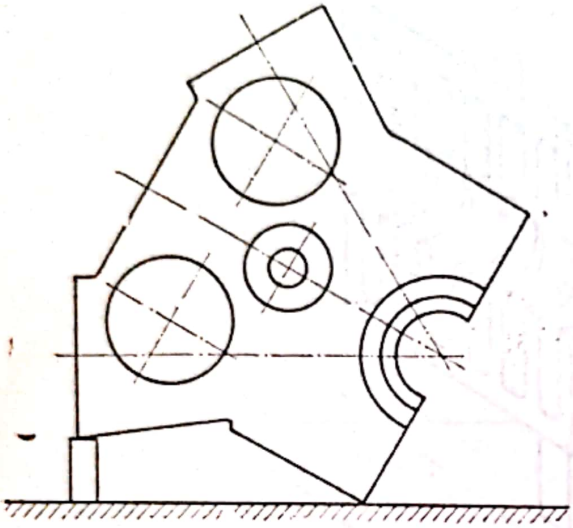


Fig. 7.42

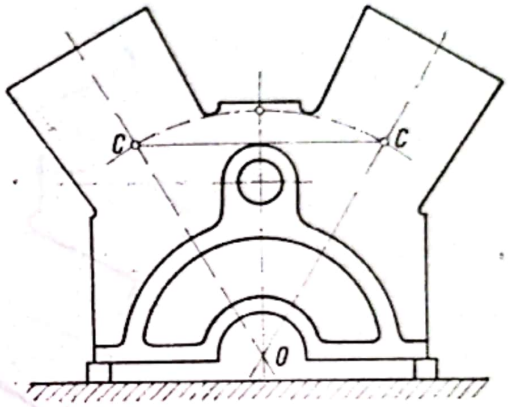


Fig. 7.43

într-un plan paralel cu suprafața mesei. Cu un paralel se așază la aceeași înălțime față de masă centrele cilindrilor de la cele două capete ale liniei. Dacă centrele celor șase cilindri sînt la diferențe prea mari față de masă, se modifică poziția blocului.

Axele fiecărui cilindru vor fi determinate la ambele capete pe bucăți de lemn. Se va trasa cu paralelul de jur împrejurul blocului planul care cuprinde axele cilindrilor.

Pentru faza următoare se așază blocul motor cu planul axelor celeilalte linii de cilindri paralel cu suprafața mesei. Se face același trasaj ca la faza precedentă.

După acest trasaj preliminar se întoarce piesa cu axa de simetrie perpendiculară pe masă, după cum se vede în fig. 7.43. Punctul de intersecție al axelor cilindrilor pe aceiași linie determină centrul palierelor, notat cu *O* în figură. Din acest centru se trasează un arc de cerc, cu o rază cît mai mare posibilă, care va intersecta planele de simetrie ale cilindrilor în punctele *C*. Cu aceeași deschidere de compas *OC* se măsoară coarda *CC* care unește punctele de intersecție ale planelor de simetrie cu arcul trasat din *O*. Deoarece planele de simetrie ale cilindrilor formează între ele un unghi de 60°, coarda și raza trebuie să fie egale.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă abaterile găsite sînt în limitele toleranţelor admise, trasajul se consideră definitiv. În caz contrar se reface trasajul astfel ca abaterile găsite să fie împărţite corespunzător celor două linii de cilindri.

Aşezarea piesei pentru faza următoare se face astfel ca cele două coarde *CC* trasate la ambele capete ale blocului să fie paralele cu masa (fig. 7.43).

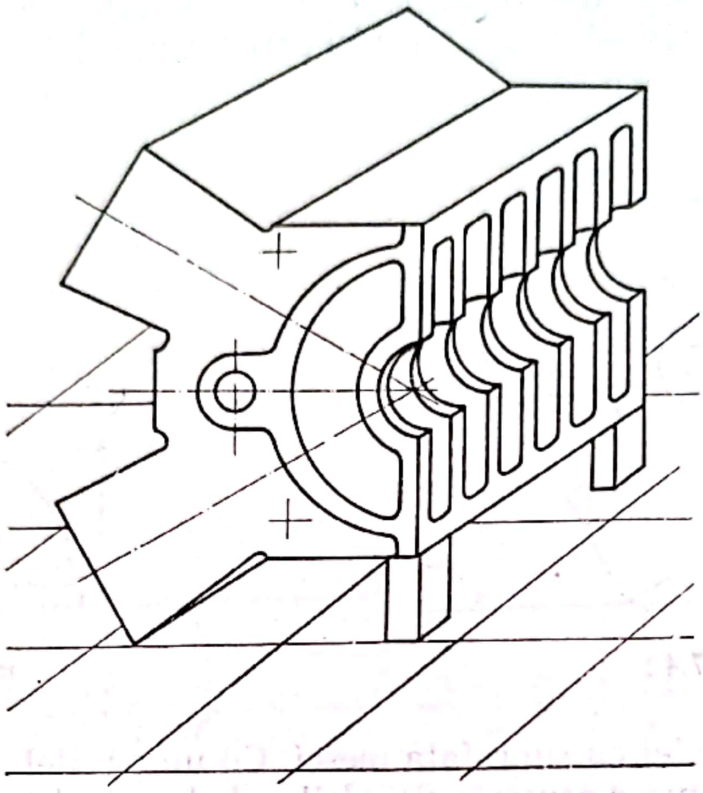


Fig. 7.44

În această poziţie se trasează axele orizontale şi limitele adaosului de prelucrare pe toate detaliile existente pe exteriorul blocului.

Pentru faza următoare a trasajului, blocul se va aşeza în poziţie orizontală (fig. 7.44). Centrarea piesei pe masă se face astfel încît axele de simetrie de la cele două capete ale blocului să fie paralele cu masa. În această poziţie se trasează grosimea pereţilor palierelor şi planele de simetrie ale tuturor cilindrilor.

7.5.12. *Trasarea roţilor pentru lanţ*

Profilul roţilor pentru lanţ de diametre mari se execută prin mortezare după trasaj.

Trasarea se poate executa direct pe roţi sau după un şablon. Axele de simetrie ale dinţilor pot fi însemnate pe o masă divizoare sau prin împărţirea circumferinţei cu compasul într-un număr de părţi egale cu cel

Scanned with OKEN Scanner

al dinţilor. În funcţie de complexitatea şi de mărimea roţii se alege una din metodele expuse mai sus.

În fig. 7.45 sînt arătate şabloanele pentru trasaj şi control. Profilul activ al dinţilor se încarcă prin sudură cu aliaje dure, de tip stellit pe o adîncime de 2 mm.

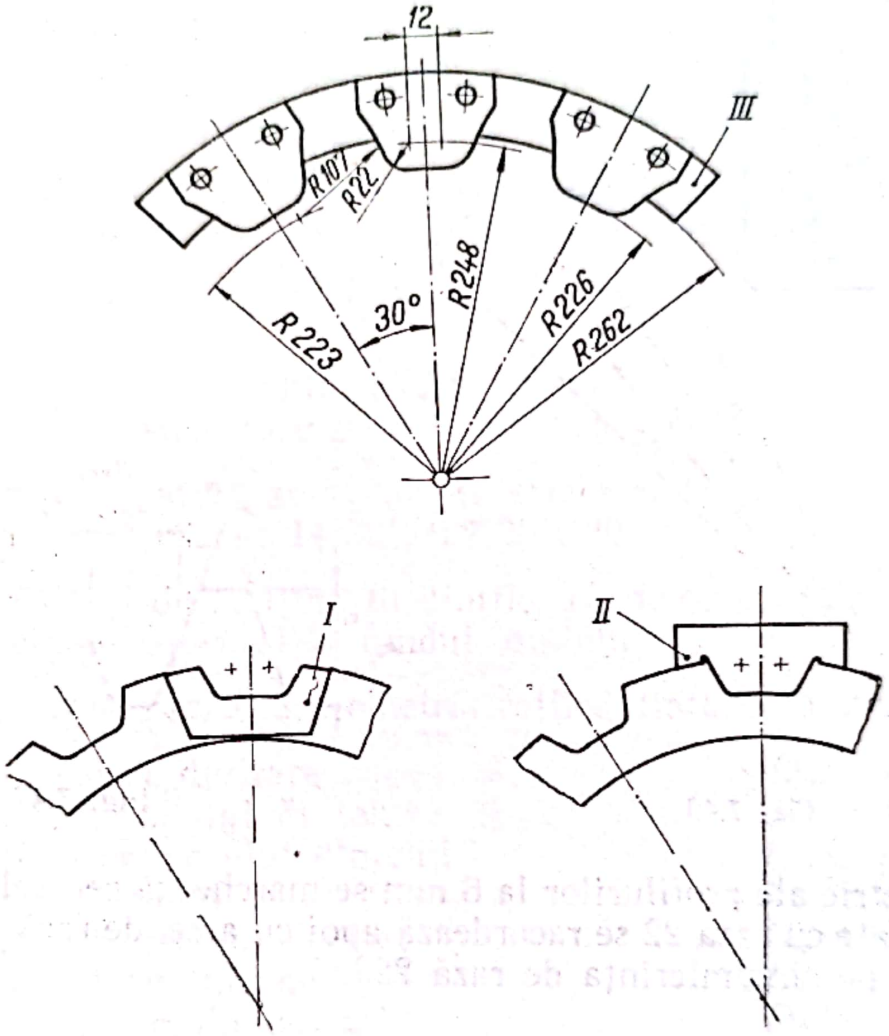


Fig. 7.45

Cu ajutorul unui cap divizor se trasează pe una din feţele laterale axele de simetrie ale dinţilor. Şabloanele *I* şi *II* se aşază pe faţa roţii astfel ca axele lor să corespundă cu axele de simetrie trasate pe roată. Cu şablonul *I* se trasează conturul pentru mortezare, iar cu şablonul *II* se controlează încărcarea cu sudură. Profilul definitiv al dinţilor se obţine prin polizare. Cu şablonul *III* se verifică precizia de divizare şi de profilare în cursul operaţiei de polizare.

Pentru finisarea cu polizorul manual a primului gol, şablonul *III* este prevăzut numai cu un singur profil montat pe sectorul circular.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru trasarea profilului șabloanelor, se înseamnă cele patru raze din centrul roții: 223; 226; 248 și 262. Pe circumferința trasată cu raza de 248 se înseamnă cu compasul unghiul de 30°. De ambele părți ale axe-

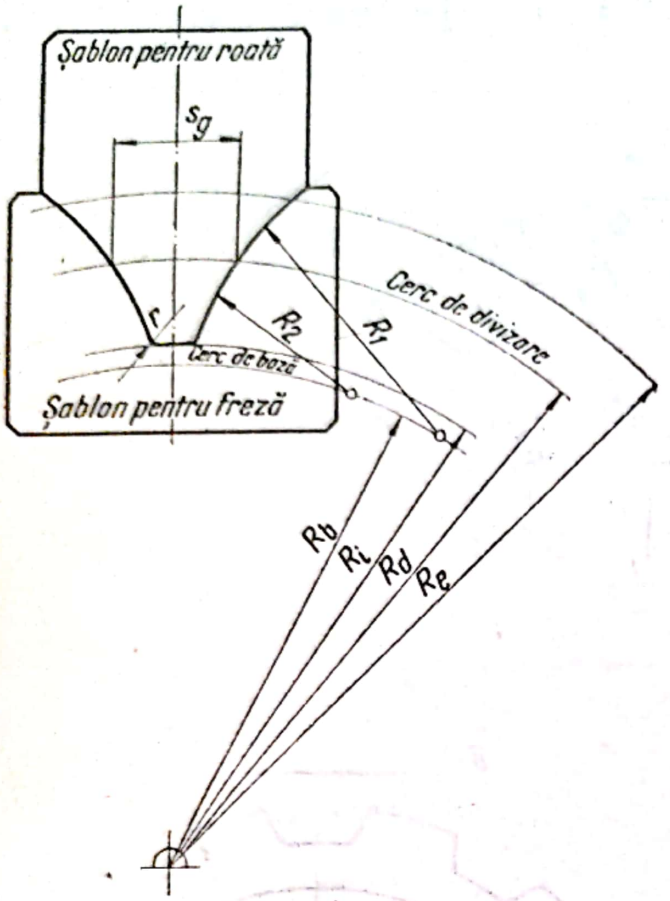


Fig. 7.46

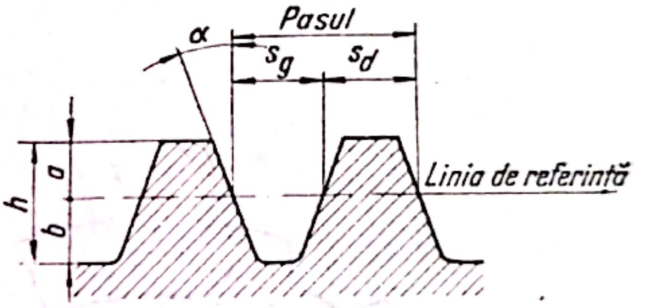


Fig. 7.47

lor de simetrie ale profilurilor la 6 mm se marchează centrele razelor 22. Arcele trasate cu raza 22 se racordează apoi cu arce de rază 107 trasate cu centrul pe circumferința de rază 223.

7.5.13. *Trasarea roților dințate*

În cazul cînd se folosesc roți dințate cu dinți turnați, precum și în cazul frezării individuale a dinților este nevoie de confecționat șabloane pentru profilul flancurilor și al frezelor disc, de forma celui din fig. 7.46.

Execuția șabloanelor pentru roți dințate presupune ca trasatorul respectiv să aibă un minim de cunoștințe de geometria roților dințate.

Elementele necesare trasării unei cremaliere. Cremalierele se întîlnesc în construcția de mașini la mecanismele care transformă mișcarea de rotație într-o mișcare de translație sau invers.

Scanned with OKEN Scanner

Elemente geometrice necesare sînt (fig. 7.47):

— modulul m;
— pasul $p = m\pi$;
— unghiul de angrenare α;
— coeficientul de formă al dintelui f (de obicei $f = 1$);
— coeficientul jocului la fund c (de obicei $c = 0{,}25$),

Din aceste date rezultă:

— înălțimea capului dintelui $a = fm$;
— înălțimea piciorului dintelui $b = (f + c)\, m$.

Elementele necesare trasării roților dințate cilindrice cu dantură dreaptă. Roțile necorijate sînt definite de următoarele elemente:

— modulul, exprimat în milimetri m;
— numărul dinților z;
— cremaliera de referință, STAS 921-64 $\alpha^\circ - f_0 - c_0$;
— unghiul de angrenare pe diametrul de divizare, α°.

(în majoritatea țărilor, acest unghi este standardizat la $\alpha = 20°$; se mai folosesc și unghiurile 14°30′; 22°30′; 30°);

— coeficientul de înălțime al dinților f_0, de obicei $f_0 = 1$;
— coeficientul jocului la fundul dintelui c_0, de obicei $c_0 = 0{,}25$.

Din aceste date rezultă geometria roților dințate normale;

— diametrul de divizare $D_d = mz$;
— înălțimea capului dintelui $a = f_0 m$;
— înălțimea piciorului dintelui $b = (f_0 + c_0)\, m$;
— înălțimea dintelui $h = a + b$;
— diametrul cercului de vîrf $D_e = D_d + 2a$:
— diametrul cercului de fund $D_i = D_e - 2h$;
— diametrul cercului de bază $D_b = D_d \cdot \cos\alpha$;
— pasul pe cercul de divizare $p = m\pi$;
— grosimea dintelui pe cercul de divizare $s_d = 0{,}5\, m\pi$.

Caracteristica roților dințate cu profil deplasat este coeficientul ξ de deplasare specifică a profilului de referință.

Profilul de referință se deplasează radial cu valoarea:

$$\delta = \pm m\,\xi.$$

Cînd ξ are valoare pozitivă, deplasarea este spre exteriorul roții, iar cînd are valoare negativă deplasarea se face spre interiorul roții.

Scanned with OKEN Scanner

Coeficientul de deplasare ξ intră în calculul diametrului exterior, înălțimii și grosimii dinților.

În desenul de execuție al roților dințate sînt date obigatoriu, de către proiectant, diametrul exterior și înălțimea dintelui.

Pe cercul de divizare, grosimea dintelui măsurată pe arc se calculează cu relația:

$$s_d = 0{,}5m\pi \pm 2\xi m \operatorname{tg}\alpha^\circ.$$

Rezultă deci, grosimea golului:

$$s_g = p - s_d.$$

Restul elementelor roților dințate cu dantură dreaptă cu profilul deplasat se calculează la fel cu cele ale roților normale:

— diametrul de divizare	$D_d = mz;$
— diametrul de fund	$D_i = D_e - 2h;$
— diametrul de bază	$D_b = D_d \cos\alpha^\circ;$
— pasul	$p = m\pi;$
— înălțimea capului dintelui	$a = 0{,}5\ (D_e - D_d);$
— înălțimea piciorului dintelui	$b = 0{,}5\ (D_d - D_i).$

Profilul flancurilor se trasează după indicațiile date la § 2.12 referitoare la trasarea evolventei. Se poate înlocui forma de evolventă a flancurilor prin arce de cerc în conformitate cu tabelul 7.2 și fig. 7.46. După trasarea celor patru circumferințe de vîrf, de fund, de divizare și de bază, se înseamnă grosimea dintelui sau a golului după cum se face șablon pentru dinte sau pentru gol. Aceste grosimi se înseamnă pe circumferința de divizare.

Se calculează mărimile razelor R_1 și R_2 ale profilului și raza r de racordare a profilului la diametrul de fund. În tabelul 7.2 sînt date valorile coeficienților a și b în funcție de numărul de dinți ai roții respective. Prin înmulțirea modulului cu coeficienții a și b se obține mărimea razelor R_1 și R_2.

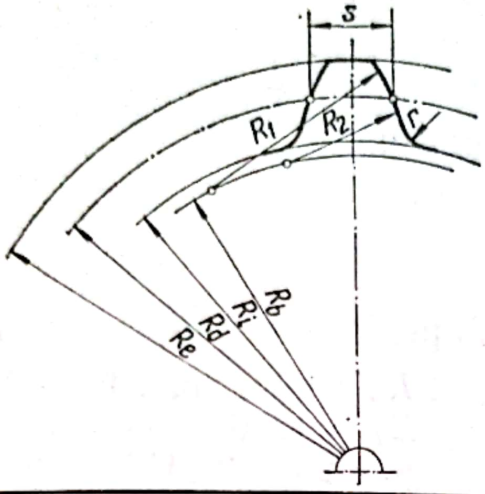
Cu un compas deschis la raza R_1, cu centrul pe cercul de bază, într-un punct oarecare, se trasează profilul capului dintelui cuprins între cercul de vîrf și de divizare. Piciorul dintelui, cuprins între cercul de divizare și de fund, se trasează cu raza R_2 cu centrul situat tot pe cercul de bază. Dacă cercul de bază este mai mare decît cel de fund, atunci cu raza R_2 se trasează profilul piciorului numai între cercurile de divizare și de bază. Restul profilului pînă la cercul de fund, se completează cu linii drepte trasate în direcția centrului roții.

Profilul trasat cu raza R_1 se recordează cu cel trasat cu raza R_2, în dreptul cercului de divizare. Flancul dintelui se racordează la cercul interior prin raza r.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 7.2

Profilul flancurilor dinților roților dințate cilindrice cu dinți drepți construiți din arce de cerc



$\alpha = 20°$
m = modul
$R_1 = am$
$R_2 = bm$
$R_b = cm$
$r = 0{,}3\ m$
$s = 0{,}5\ m\ \pi \pm 2\ \xi m\ tg\ \alpha$

z	a	b	c	z	a	b	c	z	a	b	c
14	3,48	1,60	6,58	36	7,41	4,29	16,93	62	10,14		29,15
15	3,66	1,71	7,05	37	7,58	4,63	17,39	65	10,65		30,55
16	3,85	1,83	7,52	38	7,77	4,97	17,87	68	11,22		31,95
17	4,02	1,94	7,99	39	7,93	5,29	18,33	70	11,57		32,90
18	4,21	2,05	8,46	40	8,10	5,56	18,80	72	11,91		33,80
19	4,39	2,16	8,93	41	8,29	5,82	19,28	76	12,63		35,50
20	4,57	2,28	9,40	42	8,45	6,10	19,73	80	13,32		37,60
21	4,76	2,39	9,87	43	8,63	6,33	20,20	85	14,21		40,0
22	4,93	2,51	10,32	44	8,80	6,57	20,70	90	15,09		42,3
23	5,11	2,62	10,80	45	8,98	6,80	21,15	95	15,96		44,7
24	5,31	2,74	11,28	46	9,15	7,04	21,60	100	16,82		47,0
25	5,47	2,85	11,75	47	9,33	7,29	22,10	105	17,71		49,4
26	5,64	2,96	12,21	48	9,49	7,52	22,55	112	18,86		52,6
27	5,82	3,08	12,69	49	9,66	7,73	23,00	120	20,29		56,4
28	5,99	3,19	13,15	50	9,83	7,97	23,50	130	21,98		61,1
29	6,18	3,31	13,62	51	10,02	8,19	23,95	140	23,74		65,8
30	6,35	3,45	14,10	52	10,20	8,41	24,45	150	25,45		70,5
31	6,53	3,54	14,58	53	10,37	8,63	24,95	160	27,25		75,2
32	6,71	3,65	15,03	54	10,54	8,84	25,40	170	28,90		79,8
33	6,88	3,76	15,50	56	10,88	9,15	26,30	180	30,65		84,6
34	6,95	3,88	15,98	58	11,23	9,73	27,25	190	32,35		89,3
35	7,23	4,08	16,43	60	11,58	10,15	28,20	200	34,05		94,0

Scanned with OKEN Scanner

Exemplu. Se va determina profilul flancurilor unei roți dințate cilindrice cu dantură dreaptă cu profilul deplasat, cu următoarele elemente date în desenul de execuție:

— modulul 20 mm;
— numărul de dinți 60;
— cremaliera de referință 20° — 1 — 0,25;
— coeficientul de deplasare al profilului +0,4;
— înălțimea dintelui 45 mm;
— diametrul de divizare 1 200 mm
— diametrul de vîrf 1 256 mm.

Elemente calculate (v. tabelul 7.2) pentru șablonul din fig. 7.46:

— raza cercului de bază $R_b = 600 \cos 20° = 584$ mm;
— diametrul de fund $D_i = 1256 - 90 = 1\,170$ mm;
— pasul $p = 20 \times 3{,}1416 = 62{,}832$ mm;
— grosimea dintelui

$$s_d = 0{,}5 \times 20 \times 3{,}14 + 2 \times 0{,}4 \times 20 \times 0{,}364 = 37{,}240 \text{ mm};$$

— grosimea golului $s_g = 62{,}832 - 37{,}240 = 25{,}592$ mm;
— raza capului $R_1 = 20 \times 11{,}58 = 231{,}6$ mm;
— raza piciorului $R_2 = 20 \times 10{,}15 = 203$ mm;
— raza de racordare $r = 20 \times 0{,}3 = 6$ mm.

Elementele necesare trasării roților dințate cilindrice cu dantura înclinată. Se vor da numai relațiile de calcul necesare trasării șablonului din fig. 7.46, pentru freza disc. Pentru aceasta este nevoie să fie determinată geometria roții ideale, care este o roată dințată cilindrică cu dantură dreaptă. Profilul frezei disc va fi identic cu profilul flancurilor roții ideale.

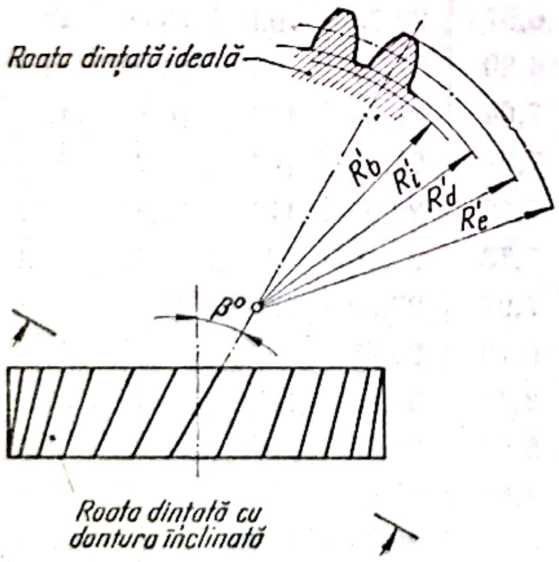


Fig. 7.48

Teoretic, profilul roții ideale este determinat printr-o secțiune normală făcută roții dințate cu dantura înclinată. Secțiunea normală este înclinată cu unghiul β°, față de axa roții, corespunzător înclinației dinților pe cilindrul de divizare (v. fig. 7.48).

Elementele geometrice ale roții dințate ideale:

— modulul m' este egal cu modulul normal al roții dințate cu dantura înclinată;

Scanned with OKEN Scanner

— numărul dinţilor $z' = \frac{z}{\cos^3 \beta}$;

— diametrul de divizare $D'_d = m'z'$.

Pentru roata dinţată ideală, valorile unghiului de presiune $\alpha°$, capul, piciorul şi grosimea dinţilor corespund cu cele ale roţii dinţate înclinate, determinate în secţiunea normală.

Exemplu. Se va determina profilul şablonului unei freze disc pentru danturarea roţii dinţate cu dantură înclinată cu următoarele elemente date în desenul de execuţie:

— modulul normal	$m = 20$ mm;
— numărul dinţilor	$z = 100$;
— unghiul de înclinare al danturii	$\beta = 25°50'$;
— cremaliera de referinţă	$\alpha = 20° — 1 — 0{,}25$;
— coeficientul normal de deplasare al profilului	$\xi = + 0{,}1$;
— înălţimea dinţilor	$h = 45$ mm;
— diametrul de divizare	$D_d = 2222{,}22$ mm;
— diametrul de vîrf	$D_e = 2266{,}22$ mm.

Elementele roţii dinţate ideale necesare trasării şablonului din fig. 7.46 sînt:

— modulul	20;
— numărul dinţilor	$z' = \frac{z}{\cos^3 \beta} = \frac{100}{0{,}90^3} = 137$;
— cremaliera de referinţă	$20° — 1 — 0{,}25$;
— coeficientul de deplasare al profilului	$+ 0{,}1$;
— înălţimea dinţilor	45 mm;
— diametrul de divizare	$D_d = mz' = 2\,740$ mm;
— înălţimea capului dintelui	$a = 0{,}5(2266{,}22 — 2222{,}22) = 22$ mm;
— diametrul de vîrf	$D_e = D_d + 2a = 2\,784$ mm;
— diametrul de fund	$D_i = D_e — 2h = 2\,694$ mm;

— flancul dintelui se va trasa cu o singură rază:

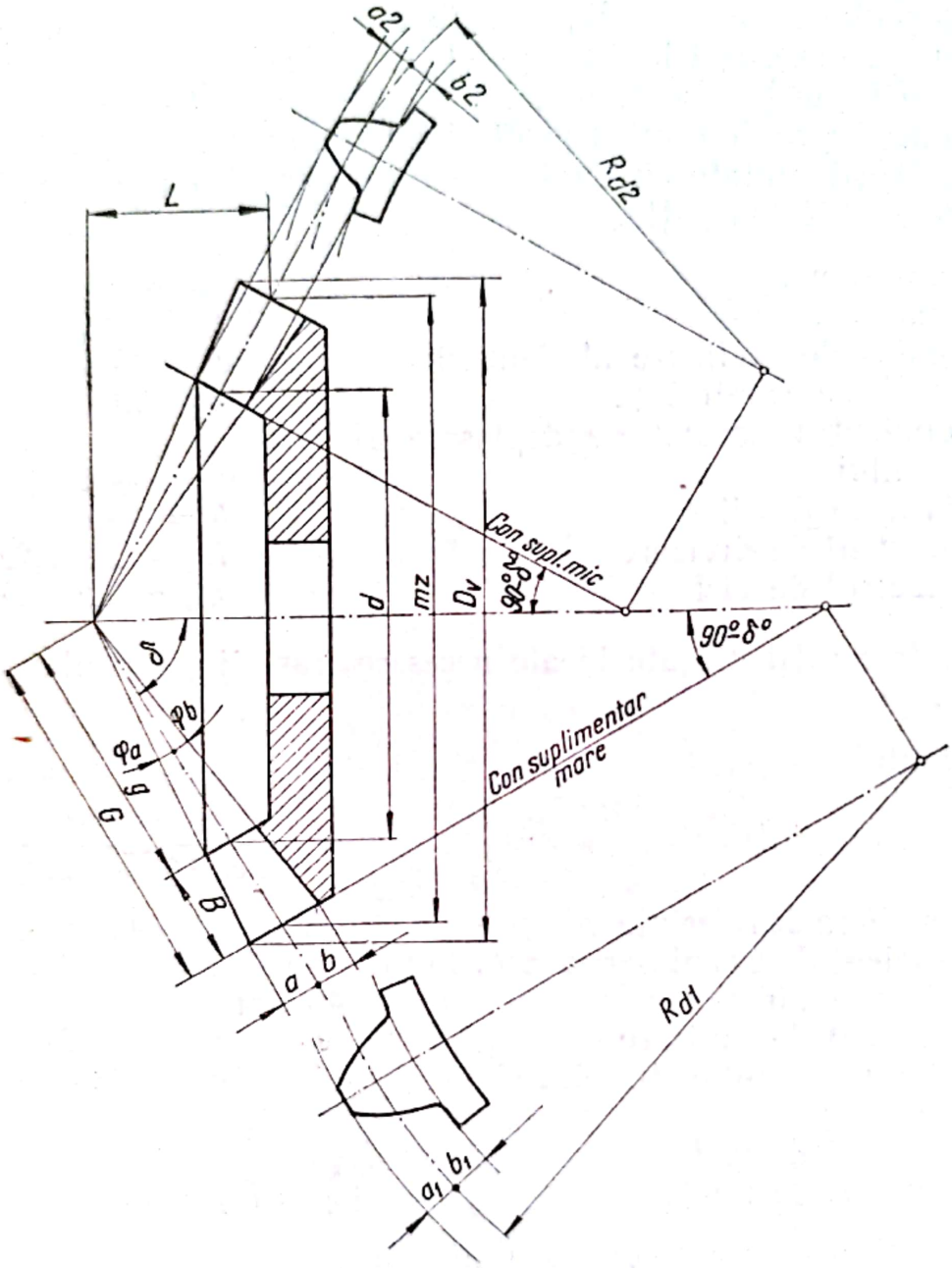
$$R = 20 \times 23{,}21 = 464{,}2 \text{ mm},$$

$$r = 20 \times 0{,}3 = 6 \text{ mm}.$$

Profilul va fi trasat ca pentru o roată dinţată cilindrică cu dantură dreaptă cu elementele roţii ideale.

Scanned with OKEN Scanner

Trasarea roților dințate conice. Roțile dințate conice cu dantură dreaptă, care nu se pot prelucra pe mașinile de danturat prin rulare, se pot dantura cu freze disc profilate, dacă sînt acceptați indicii calitativi realizați. Caracteristicile mașinilor ce limitează gabaritele roților dințate



frontale

Fig. 7.49

conice sînt: diametrul de divizare, lungimea generatoarei conului de divizare, modulul, numărul minim al dinților, distanța de la centrul mașinii.

În vederea prelucrării roților dințate conice pe mașini de frezat este necesară trasarea profilului dinților pe conurile suplimentare mic și mare. Acest profil diferă de cel teoretic în limite acceptabile pentru roțile în

Scanned with OKEN Scanner

cauză. Profilul dinților se trasează cu ajutorul a două șabloane (denumite în practică șabloane pentru modulul mic și mare), care corespund profilului flancurilor roților cilindrice echivalente. Pentru aceasta se trasează două șabloane ca în fig. 7.46 pentru două roți dințate cilindrice cu geometria roților echivalente.

Razele de divizare ale roților cilindrice echivalente sînt egale cu segmentele din generatoarele conurilor suplimentare mare și mic cuprinse între axa roții conice și conul de divizare.

În tabelul 7.3 sînt date relațiile de calcul ale roților cilindrice echivalente. Semnificația simbolurilor folosite se poate vedea în fig. 7.49.

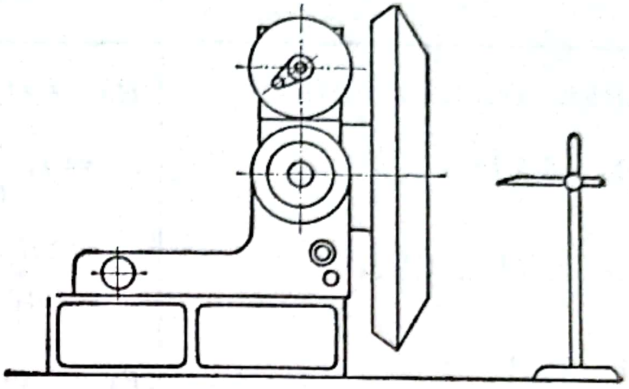


Fig. 7.50

În capitolul 12 (§ 12.6) este prezentată o metodă de trasare a celor două roți dințate cilindrice echivalente.

Se înseamnă mai întîi axele de simetrie ale tuturor dinților atît pe conul exterior, cît și pe cele două conuri suplimentare. Trasarea acestor axe se face corect cu roata dințată fixată într-un cap sau masă divizoare, a cărei axă de simetrie va fi paralelă cu suprafața mesei de trasaj. Trasarea se face cu un paralel (fig. 7.50). Prin rotirea continuă a capului divizor, și menținerea într-o poziție corespunzătoare a acului de trasat, se trasează cercurile de divizare și de fund ale roții pe cele două conuri suplimentare. Aceste cercuri sînt necesare pentru a ușura așezarea corectă a șabloanelor de profil.

Exemplu. Se vor determina profilurile celor două șabloane din fig. 7.46 necesare trasării roții dințate conice cu următoarele caracteristici indicate în desenul de execuție:

— numărul dinților	$z = 24$;
— modulul	$m = 20$ mm;
— roata plană de referință	$20° — 1 — 0{,}25$;
— semiunghiul conului de divizare	$\delta = 45°$;
— lungimea generatoarei	$G = 339{,}5$ mm;
— lungimea danturii	$B = 70$ mm;
— înălțimea dintelui pe conul suplimentar	$h = 45$ mm;
— diametrul maxim de divizare	$mz = 480$ mm

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 7.3

Calculul elementelor geometrice ale roților dințate echivalente

	Roata mică	Roata mare
Raza cercului de divizare	$R_{d_2} = g \operatorname{tg} \delta$	$R_{d_1} = G \operatorname{tg} \delta$
Modulul	$m_2 = m \dfrac{g}{G}$	$m_1 = m$
Numărul dinților	$Z_2 = \dfrac{2R_{d_2}}{m_2} = \dfrac{2G \operatorname{tg} \delta}{m}$	$Z_1 = \dfrac{2R_{d_1}}{m} = \dfrac{2G \operatorname{tg} \delta}{m}$
Pasul	$p_2 = m_2 \pi = m \dfrac{g}{G} \pi$	$p_1 = \pi m = p$
Capul dintelui	$a_2 = a \dfrac{g}{G}$	$a_1 = a$
Piciorul dintelui	$b_2 = b \dfrac{g}{G}$	$b_1 = b$
Raza cercului de bază	$R_{b_2} = R_{d_2} \cos \alpha$	$R_{b_1} = R_{d_1} \cos \alpha$

Alte relații:

$$G = \frac{mz}{2} \sin \delta$$

$$\frac{G}{g} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{R_{b_1}}{R_{b_2}} = \frac{R_{d_1}}{R_{d_2}}$$

Profilul șabloanelor corespunde cu cel al roților cilindrice echivalente calculate mai jos conform fig. 7.49 și tabelului 7.3:

Roata mare:

— modulul	$m = 20$;
— raza de divizare	$R_{d_2} = G \operatorname{tg} \delta = 339{,}5$ mm;
— capul dintelui	$a_2 = m = 20$ mm;
— piciorul dintelui	$b_2 = 1{,}25$ m $= 25$ mm;
— raza cercului de bază	$R_{b_2} = R_{d_2} \cos \alpha = 319{,}13$ mm;
— grosimea golului	$s = 0{,}5\, m\pi = 31{,}416$ mm.

Scanned with OKEN Scanner

Roata mică:

— modulul $m_2 = m\frac{g}{G} = 15{,}83$ mm;

— raza de divizare $R_{d_2} = g \operatorname{tg} \delta = 269{,}5$ mm;

— înălțimea capului dintelui $a_2 = a\frac{g}{G} = 15{,}83$ mm;

— înălțimea piciorului dintelui $b_2 = b\frac{g}{G} = 19{,}79$ mm;

— raza cercului de bază $R_{b_2} = R_{d_2} \cos \alpha = 253{,}33$ mm;

— grosimea golului $s = 0{,}5\, m\pi = 24{,}869$ mm.

Ambele roți echivalente au același număr de dinți

$$z_{1,2} = \frac{2G \operatorname{tg} \delta}{m} = 24.$$

Pentru profilul flancurilor se utilizează coeficienții a și b din tabelul 7.2:

Roata mare:

$R_1 = am = 5{,}31 \times 20 = 106{,}2$ mm;
$R_2 = bm = 2{,}74 \times 20 = 54{,}8$ mm;
$r = 0{,}3m = 0{,}3 \times 20 = 6$ mm.

Roata mică:

$R_1 = bm = 5{,}31 \times 15{,}83 = 84{,}1$ mm;
$R_2 = bm = 2{,}74 \times 15{,}83 = 43{,}4$ mm;
$r = 0{,}3m = 0{,}3 \times 15{,}83 = 4{,}75$ mm.

8

Trasarea în tinichigerie

8.1. *Trasarea lucrărilor simple de tinichigerie*

La stabilirea dimensiunilor și a formei obiectelor confecționate din tablă trebuie să se aibă în vedere destinația lor, formatul tablei din care se execută, utilajul disponibil, numărul de obiecte identice de executat etc. Trasarea se execută fie cu șabloane, fie direct pe tablă, în funcție

Scanned with OKEN Scanner

de dimensiunile obiectelor și de numărul lor. În cele ce urmează se arată cum se execută trasarea unor obiecte caracteristice din tablă.

Tavă prismatică. Tăvile prismatice se execută dintr-o singură bucată de tablă (de ex. 535 × 382,5 mm, care reprezintă o jumătate din foaie de tablă de 535 × 765 × 0,90 mm) prin îndoirea marginilor și încheierea colțurilor.

Desfășurata tăvii din fig. 8.1, *a* se construiește ca în fig. 8.1, *c*. Se înseamnă de jur împrejur o margine de 7,5 mm pentru înfășurat o sîrmă

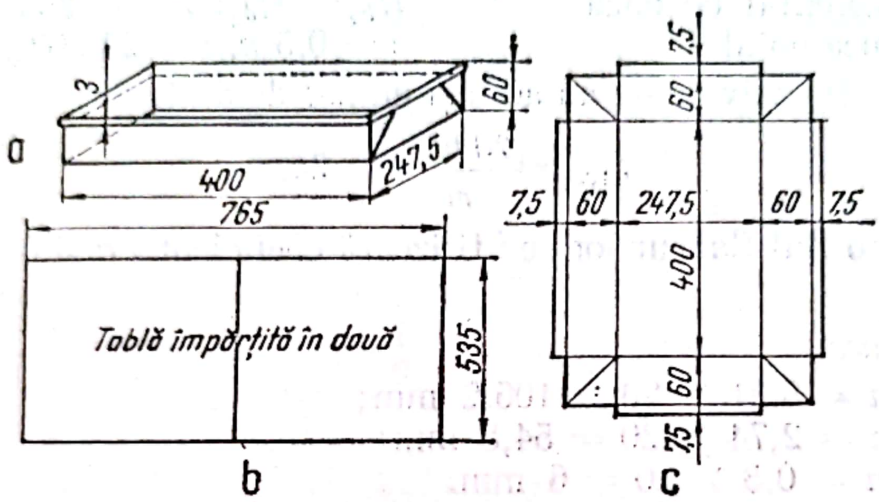


Fig. 8.1

cu diametrul de 3 mm destinată a mări rezistența pereților. Se trasează în interior, înălțimea pereților de 60 mm și fundul cu lățimea de 247,5 mm și lungimea de 400 mm. Prelungindu-se laturile fundului se formează patru pătrate la colțuri. Pe laturile exterioare ale acestor pătrate se taie marginea de înfășurare a sîrmei, obținîndu-se astfel desfășurarata tăvii.

Cană cilindrică. Cănile sînt, în general, de formă cilindrică și se compun din corp, fund și mîner (fig. 8.2, *a*). Corpul se îmbină printr-un falț simplu culcat și se lipește (v. poz. *2* și *3* sau *1* și *4* din fig. 8.2, *a*), iar fundul se fixează de corp printr-o îmbinare sub formă de inel (v. poz. *II* și *III* sau *I* și *IV* din fig. 8.2, *a*).

Construcția desfășuratelor se execută separat pentru fiecare din cele trei părți componente.

Desfășurata corpului cilindric al cănii, de diametrul D, este un dreptunghi (fig. 8.2, *b*) care are lungimea egală cu πD, iar lățimea egală cu înălțimea cănii. La această desfășurată se adaugă (pe lățimea dreptunghiului) de trei ori lățimea falțului pentru încheierea corpului, (două lățimi de falț într-o parte și o lățime de falț în cealaltă parte), falțul pentru încheierea fundului, precum și de două ori și jumătate grosimea sîrmei pentru înfășurare.

Scanned with OKEN Scanner

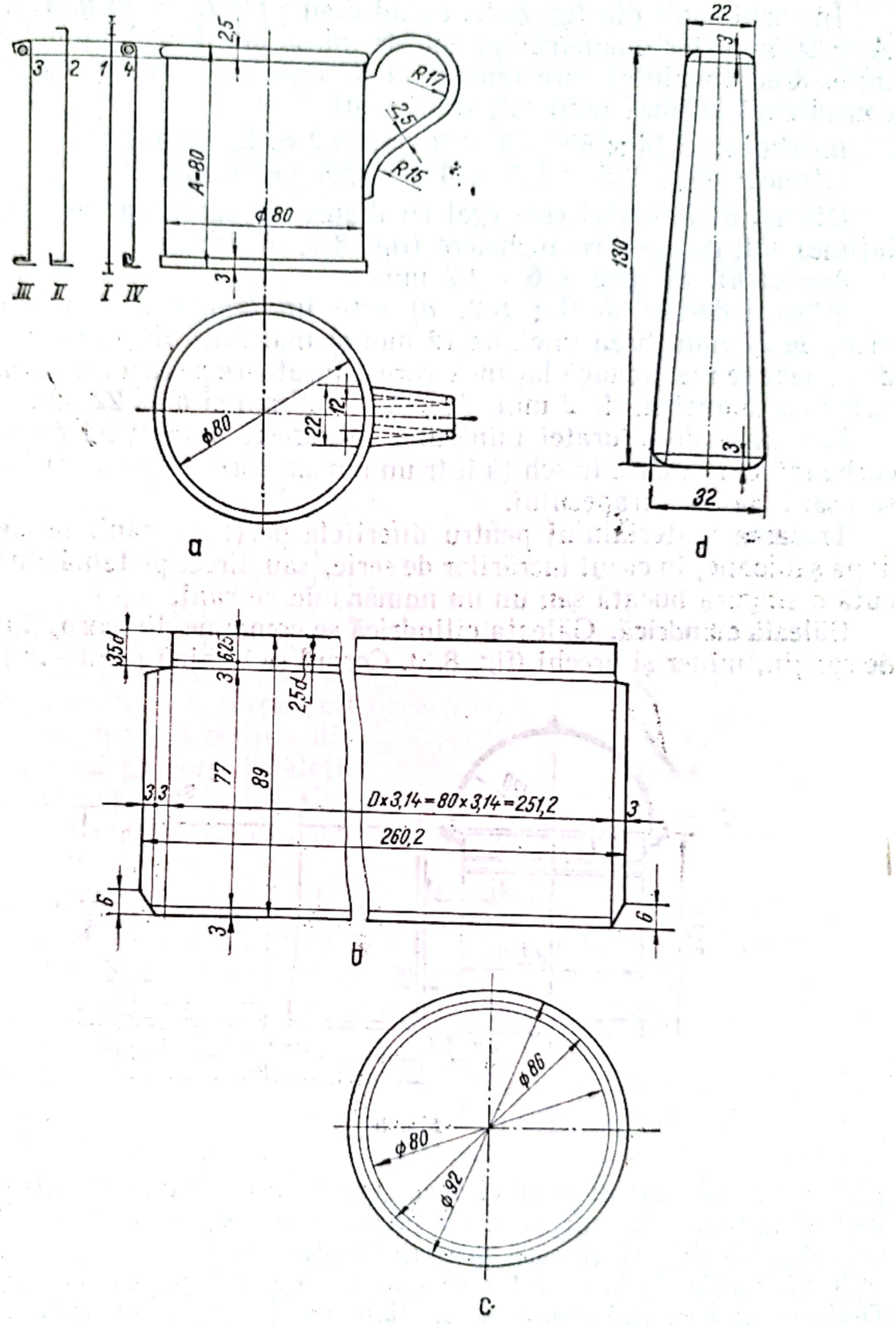

3 2 1 4
III II I IV
25
A-80
ϕ80
R17
R15
3
ϕ80
22
12
a
22
3
130
3
32
d
35d
3
6,25
25d
77
89
3 3
0x3,14=80x3,14=251,2
3
260,2
6
3
6
b
ϕ86
ϕ80
ϕ92
c

Fig. 8.2

În cazul cănii din fig. 8.2,*a* avînd diametrul $D = 80$ mm, înălțimea $A = 80$ mm, iar diametrul sîrmei de înfășurare $d = 2{,}5$ mm, dimensiunile dreptunghiului care reprezintă desfășurata corpului cănii vor fi, considerînd lățimea unui falț de 3 mm:

lungimea: $3{,}14 \times 80 + 3 \times 3 = 260{,}2 \approx 260$ mm;

lățimea: $80 + 2{,}5 \times 2{,}5 + 3 = 89{,}25 \approx 89$ mm.

Diametrul fundului este egal cu diametrul cănii, la care se adaugă lățimea falțului pentru încheiere (fig. 8.2, *c*) deci:

diametrul: $80 + 2 \times 6 = 92$ mm.

Mînerul desfășurat (fig. 8.2, *d*) este un trapez isoscel avînd baza mare de 22 mm, baza mică de 12 mm și înălțimea de 130 mm. La cele două baze se mai adaugă lățimea corespunzătoare pentru înfășurarea unei sîrme cu diametrul de 2 mm, deci $B = 32$ mm și $b = 22$ mm.

Lungimea desfășuratei mînerului se găsește împărțind cu compasul curba mînerului dată în schiță într-un număr oarecare de părți egale, care se așază pe axa trapezului.

Trasarea materialului pentru diferitele părți ale cănii se efectuează după șabloane, în cazul lucrărilor de serie, sau direct pe tablă cînd se execută o singură bucată sau un un număr mic de căni.

Găleată cilindrică. Găleata cilindrică se compune din corp, fund, cerc de sprijin, mîner și urechi (fig. 8.3). Corpul se îmbină printr-un falț sim-

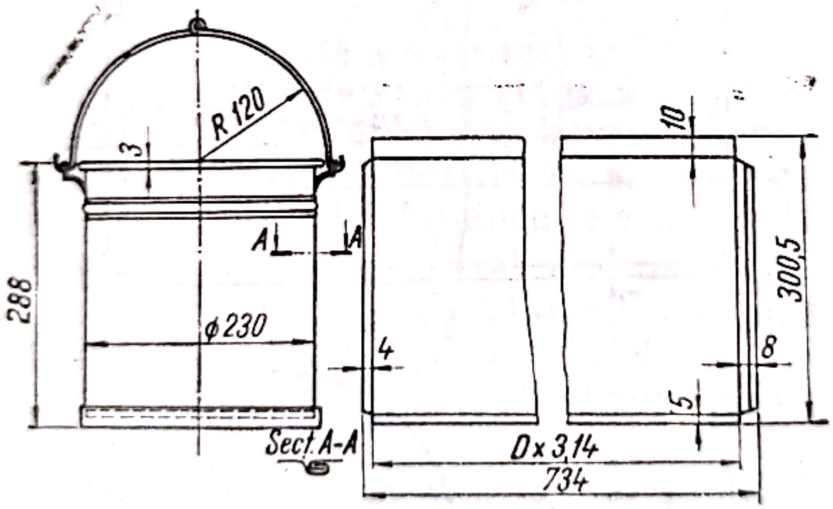


Fig. 8.3

plu culcat, iar fundul se fixează la corp printr-o îmbinare sub formă de inel cu falț simplu culcat. Urechile se lipesc sau se nituiesc la corp. Cercul de sprijin se fixează prin lipire discontinuă.

Construcția desfășuratelor se execută separat pentru corp și fund. Desfășurata corpului cilindric, de diametru $D = 230$ mm, este un dreptunghi avînd lungimea egală cu πD și lățimea egală cu înălțimea corpului

Scanned with OKEN Scanner

$H = 288$ mm. La lungime se adaugă trei lăţimi de falţ de cîte 4 mm pentru îmbinare, deci lungimea totală este $3{,}14 \times 230 + 3 \times 4 = 734$ mm.

Lăţimea tablei pentru corp este egală cu înălţimea corpului, la care se adaugă de 2,5 ori diametrul sîrmei care se înfăşoară pentru a mări rigiditatea şi o lăţime de falţ pentru încheierea cu fundul; deci lăţimea totală este $288 + 2{,}5 \times 3 + 5 = 300{,}5$ mm.

Diametrul discului pentru fund este egal cu diametrul găleţii, la care se adaugă falţul de 4×5 mm pentru îmbinare, deci $230 + 20 = 250$ mm (v. şi fig. 8.2, *c*).

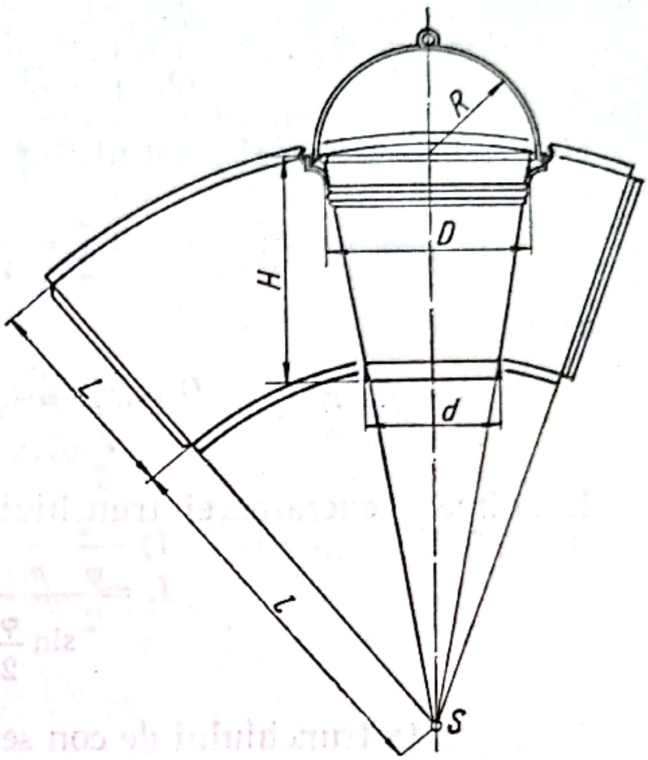


Fig. 8.4

Găleată tronconică. Găleata tronconică se compune, ca şi cea cilindrică, din: corp, fund, cerc de sprijin, mîner şi urechi. Corpul se îmbină printr-un falţ simplu. Fundul se îmbină printr-un falţ circular exterior sau interior. În cazul folosirii tablei de zinc, nu se folosesc falţuri; atît corpul, cît şi fundul se lipesc. Urechile din tablă se fixează pe corpul găleţii prin sudură sau prin nituire. Cercul de sprijin se fixează la partea inferioară a corpului prin presare şi sudură discontinuă.

Desfăşurata corpului găleţii, care are forma unui trunchi de con circular drept, se obţine (fig. 8.4) din desfăşurata conului circular drept corespunzător. Aceasta este un sector circular avînd lungimea arcului sectorului egală cu lungimea cercului de bază, iar raza sectorului egală cu generatoarea conului.

Pentru construirea desfăşuratei se prelungesc generatoarele trunchiului de con pînă se intersectează în punctul *S*, care reprezintă vîrful conului. Din *S* ca centru şi cu raza *l* se trasează un arc de cerc. Lungimea acestui arc se ia egală cu lungimea cercului de bază al găleţii (πd).

Pentru a determina porţiunea secţionată din con, se descrie un arc de cerc cu centrul în *S* şi cu raza $(L + l)$. La desfăşurata suprafeţei laterale a trunchiului de con se mai adaugă, conform figurii, trei lăţimi de falţ pentru îmbinare, unul pentru înfăşurarea sîrmei şi altul pentru fund.

Desfăşurata fundului se construieşte ca şi în cazul găleţii cilindrice.

Scanned with OKEN Scanner

Desfășurata trunchiului de con se mai poate construi ținînd seama și de grosimea tablei, prin calculul elementelor respective în modul următor:

Ținînd seama de grosimea g a tablei, diametrele medii vor fi:

$$d_{med} = d + g \quad [\text{mm}];$$

$$D_{med} = D + g \quad [\text{mm}].$$

Unghiul la vîrf φ al conului (fig. 8.5, *a*) este dat de relația:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{m}{\sqrt{m^2 + H^2}}, \tag{8.1}$$

în care

$$m = \frac{D_{med} - d_{med}}{2} = \frac{D - d}{2} \quad [\text{mm}]. \tag{8.2}$$

Lungimea generatoarei trunchiului de con

$$L = \frac{m}{\sin \frac{\varphi}{2}} \quad [\text{mm}] \tag{8.3}$$

Desfășurata trunchiului de con se construiește ca grafic, în fig. 8.5, *b*, sau analitic.

Construcția grafică se realizează astfel:

— se calculează unghiul la centru al desfășuratei cu formula:

$$\alpha = 360° \sin \frac{\varphi}{2} \quad [°] \tag{8.4}$$

și se trasează acest unghi cu vîrful în S;

— cu razele l și $l + L$ și centrul în S se duc două arce de cerc, care, împreună cu laturile unghiului, determină desfășurata *abcd* a trunchiului de con; lungimea l se calculează cu formula:

$$l = \frac{\frac{d_{med}}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}} = \frac{d_{med}}{2 \sin \frac{\varphi}{2}} \quad [\text{mm}]. \tag{8.5}$$

Construcția desfășuratei pe baza calculului analitic se obține astfel:

— se duc două drepte paralele Δ_1 și Δ_2 la distanța L și o dreaptă Δ_3 perpendiculară pe ele;

Scanned with OKEN Scanner

— se împarte unghiul α calculat cu formula anterioară într-un număr de $2n$ părți egale, de obicei 6—8; se obțin unghiurile

$$\alpha_1 = \frac{\alpha}{8}; \quad \alpha_2 = 2\alpha_1; \quad \alpha_3 = 3\alpha_1; \ldots \alpha_i = i\alpha_1 \ldots \alpha_8 = 8\alpha_1 = \alpha;$$

— se construiesc diferite puncte ale desfășuratei, calculînd lungimile s_i, h_i, S_i, H_i în care $i = 1...8$, cu ajutorul următoarelor formule

$$s_i = l \sin \alpha_i = \frac{d_{med}}{2 \sin \frac{\varphi}{2}} \sin \alpha_i \quad [\text{mm}]; \tag{8.6}$$

$$h_i = l(1 - \cos \alpha_i) = \frac{d_{med}}{2 \sin \frac{\varphi}{2}} (1 - \cos \alpha_i) \quad [\text{mm}]; \tag{8.7}$$

$$S_i = (l + L) \sin \alpha_i = \frac{D_{med}}{2 \sin \frac{\varphi}{2}} \sin \alpha_i \quad [\text{mm}]; \tag{8.8}$$

$$H_1 = (l + L)(1 - \cos \alpha_i) = \frac{D_{med}}{2 \sin \frac{\varphi}{2}} (1 - \cos \alpha_i) \quad [\text{mm}]. \tag{8.9}$$

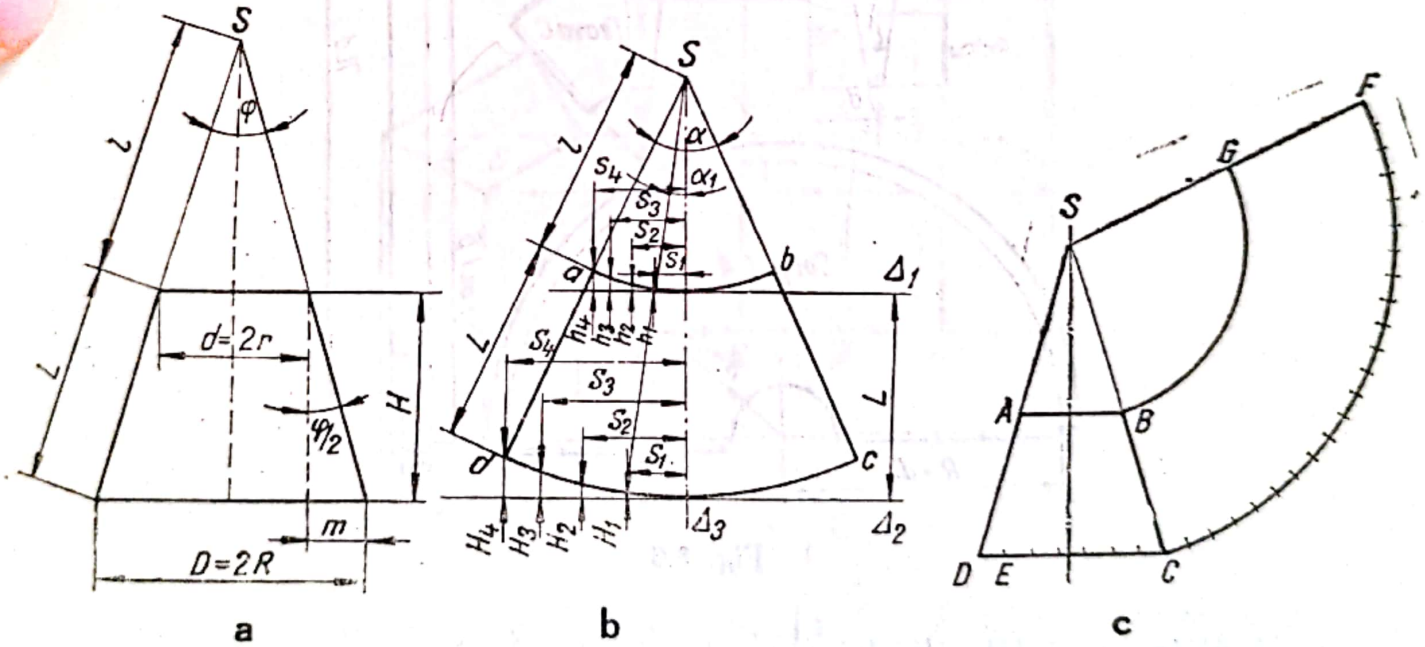


Fig 8.5

În fig. 8.5, *c* este arătată o metodă practică pentru construcția desfășuratei trunchiului de con. Se desenează proiecția trunchiului de con *ABCD*. Se prelungesc generatoarele *AD* și *BC* pînă se întîlnesc în punctul *S*. Cu centrul în *S* se trasează două arce de cerc cu razele

SB și SC. Se împarte diametrul DC al bazei mari în 7 părți egale și se transpune mărimea unei diviziuni (DE) pe arcul mare, de 22 de ori, cu ajutorul unui compas. Prin unirea ultimei diviziuni cu vîrful S se obține desfășurata $BCFG$ a trunchiului de con.

Pîlnie cu bordură cilindrică. În fig. 8.6 este reprezentată o pîlnie care se compune dintr-o parte cilindrică, B, două triunchiuri de con, A și C și un mîner, D. Un exemplu de determinare a proporției lor între elementele pîlniei este cel arătat pe figură. Proiecția verticală a corpului A este un triunghi echilateral a cărui latură este egală cu diametrul pîlniei.

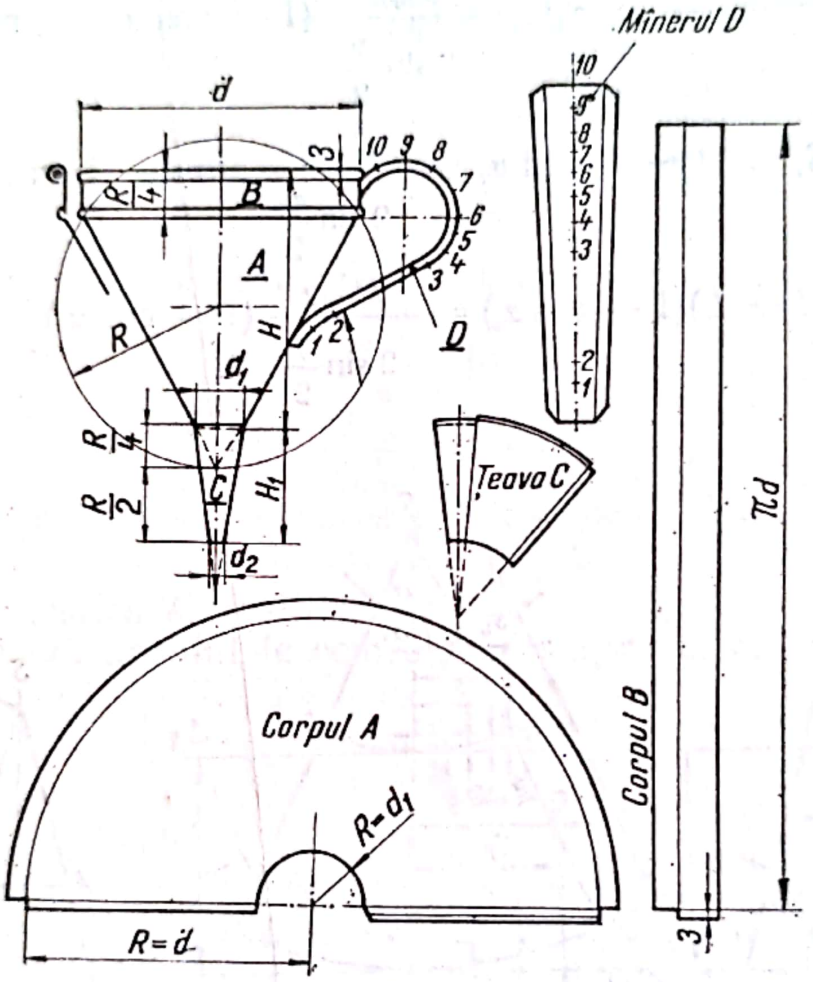


Fig. 8.6

Înălțimea părții cilindrice a pîlniei este $\frac{R}{4}$ (R este raza cercului în care se înscrie triunghiul echilateral). Teava C are o înălțime egală cu $\frac{3}{4}R$; diametrul d_1 al ei se ia egal cu $\frac{R}{4}$, iar diametrul mic $d_2 = \frac{d_1}{3}$. Mînerul se face cu raza egală cu $\frac{R}{4}$. Lungimea lui este dată de desfășu-

Scanned with OKEN Scanner

rata curbei, care se obține împărțindu-l într-un număr de părți egale (zece părți în cazul exemplului). Lățimea de sus a mînerului se ia egală cu înălțimea părții cilindrice, iar lățimea de jos — cu înălțimea cilindrului fără sîrmă și nervură.

Desfășuratele părților respective se văd în figură.

8.2. *Trasarea lucrărilor complexe de tinichigerie*

Cot prismatic din două bucăți. Coturile prismatice rezultă din intersecția a două sau mai multe prisme, care pot forma diferite unghiuri.

În fig. 8.7 sînt arătate reprezentarea în dublă proiecție (fig. 8.7, *a*) și desfășurata celor două prisme de secțiune pătrată care formează cotul. Prismele sînt secționate oblic. Desfășurata corpului *A* se construiește astfel: pe un segment de dreaptă egal cu perimetrul bazei prismei (fig. 8.7, *a*) se trasează laturile *1—2*, *2—3* etc. ale bazei, iar din punctele *1*, *2*, *3*, *4* și *1* se ridică perpendiculare pe care se iau lungimile muchiilor cu numărul corespunzător. Unind punctele se obține conturul poligonal al desfășuratei.

În mod asemănător se construiește desfășurata celeilalte prisme *B*. La fiecare desfășurată se adaugă falțurile pentru îmbinare.

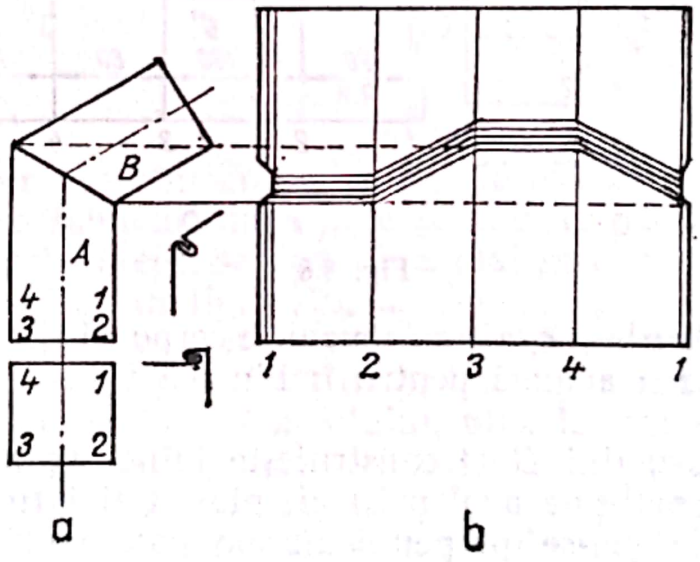


Fig. 8.7

Burlan prismatic cu două coturi. În fig. 8.8, *a* este reprezentat un burlan prismatic cu coturi unghiulare, format din intersecția a trei prisme (*A*, *B* și *C*) de secțiune dreptunghiulară, pentru care sînt necesare trei șabloane *A'*, *B'* și *C'* (fig. 8.8, *b*).

Pentru a desfășura suprafața burlanului prismatic se reprezintă în mărime naturală cotul. Baza prismei este, în cazul exemplului, un dreptunghi cu laturile de 80 și 100 mm, notate cu *1—2*; *2—3*; *3—4* și *4—1*.

Scanned with OKEN Scanner

Desfășurata corpului *C* se obține luîndu-se pe o dreaptă cele patru laturi ale dreptunghiului bazei, 80 + 100 + 80 + 100 = 360 mm. Se mai adaugă pentru îmbinarea de colț încă trei lățimi de falț de 5 mm (două într-o parte și una în cealaltă parte), deci lungimea totală necesară este de 360 + 5 × 3 = 375 mm. Din punctele *1*, *2*, *3*, *4* și *1*

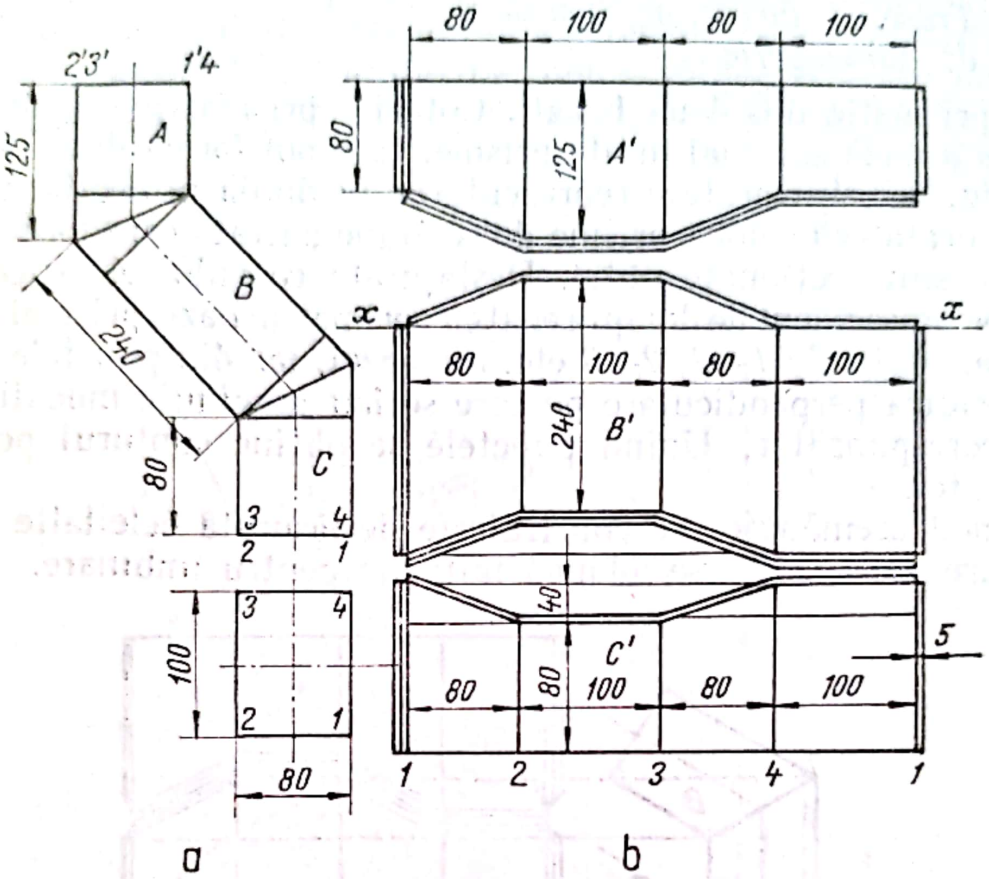


Fig. 8.8

se ridică perpendiculare egale cu muchiile corpului *C*. Se unesc punctele respective și se mai adaugă pentru îmbinarea transversală o lățime de falț.

Desfășurata corpului *B* se construiește luîndu-se lungimea laturilor unei secțiuni normale pe axa prismei, plus trei lățimi de falț pentru îmbinare și ridicîndu-se perpendicularele corespunzătoare muchiilor. Pe aceste perpendiculare se iau lungimile muchiilor, iar punctele astfel obținute, unite, dau desfășurata *B'*. Se mai adaugă pentru îmbinările transversale, într-o parte lățimea unui falț, iar în cealaltă parte două lățimi de falț.

Desfășurata *A'* a corpului *A* se obține la fel ca acea a corpului *C*, adăugîndu-se pentru îmbinarea transversalei două lățimi de falț.

Același burlan prismatic (cu două coturi) se mai poate executa și prin racordarea celor trei corpuri intersectate (fig. 8.9). Caracteristic

Scanned with OKEN Scanner

acestei construcții este faptul că pereții sînt executați dintr-o singură bucată, egali doi cîte doi (2 buc. fig. 8.9, *b* și 2 buc. fig. 8.9, *c*), și că se îmbină printr-un falț simplu, culcat de colț pe toată lungimea muchiilor.

Cot cilindric la 90° format din două bucăți. Din punct de vedere al formei, cotul cilindric rezultă din intersecția a doi cilindri de același

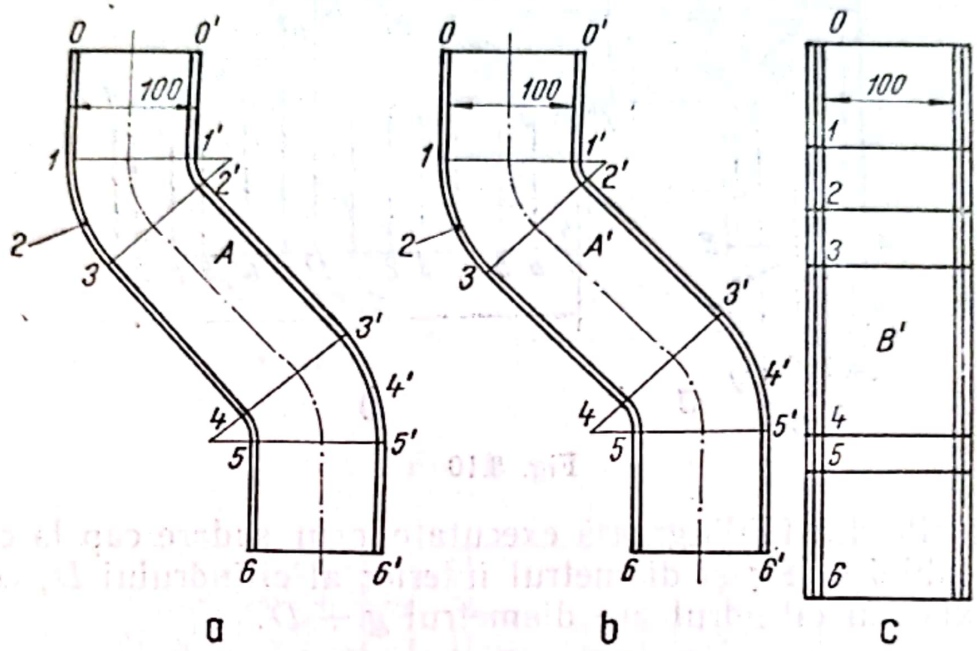


Fig. 8.9

diametru, ale căror axe sînt concurente și formează un unghi de 90°. Pentru a se obține șablonul după care se trasează cotul cilindric din două bucăți, în unghi drept, se desenează mai întîi cotul în dublă proiecție, în modul arătat în fig. 8.10, *a*.

Se împarte cercul din planul orizontal într-un număr de $2n$ părți egale (de obicei 8 sau 12), iar prin linii de ordine se trasează generatoarele în planul vertical al porțiunii *I* a cotului, pînă la segmentul $A'B'$.

Pentru executarea desfășuratei se calculează lungimea cercului (πD); se trasează această lungime (fig. 8.10, *b*) pe dreapta NH (dusă pe direcția AB) și se împarte în același număr de părți egale ca și cercul. Din aceste puncte se ridică perpendiculare pe care se iau lungimile generatoarelor cu număr corespunzător, măsurate din proiecția verticală (sau se duc din punctele $1'$, $2'$ ... $12'$ paralele cu NH pînă la intersecția cu verticala corespunzătoare), determinîndu-se punctele $1''$, $2''$, $3''$ etc. care se unesc printr-o linie curbă continuă. Desfășurata porțiunii *I* a cotului este figura geometrică plană $NB'A'B'H$.

Desfășurata porțiunii *II* a cotului se trasează în același mod. La coturile din tablă subțire care se îmbină cu falț trebuie adăugată margi-

Scanned with OKEN Scanner

nea necesară pentru îmbinare: pentru o îmbinare cu falț simplu se va adăuga într-o parte a desfășuratei o lățime de falț, iar în cealaltă parte două. În tabelul 8.1 este dată lățimea falțului în funcție de diametrul cilindrului.

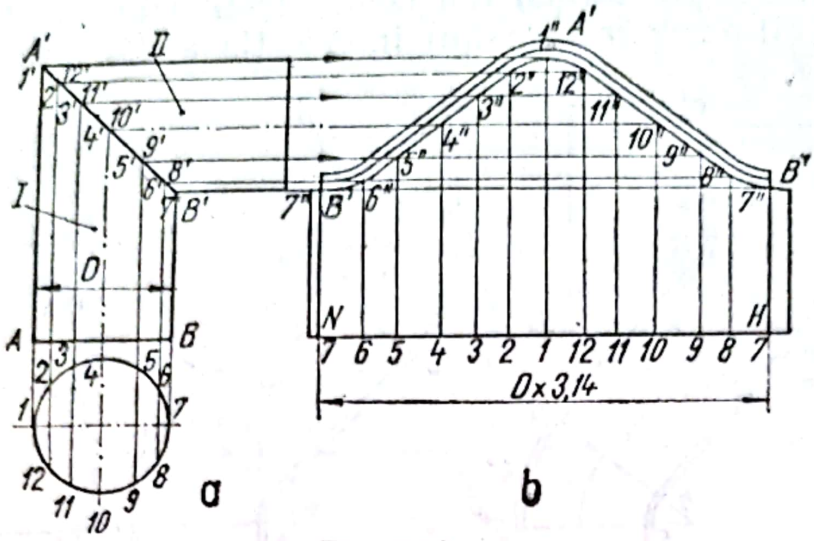


Fig. 8.10

La coturile din tablă groasă executate prin sudare cap la cap, dacă grosimea tablei este g și diametrul interior al cilindrului D, cercul desenat coaxial cu cilindrul are diametrul $g + D$.

Tabelul 8.1

Lățimea falțului în funcție de diametrul pieselor

Diametrul, în mm	200—250	300—575	600—900
Lățimea falțului, în mm	8—10	10—12	12—13

Cot cilindric la un unghi mai mare de 90°, format din două bucăți. Cînd cei doi cilindri de același diametru care formează cotul se intersectează sub un unghi oarecare, desfășurata se construiește la fel ca la cotul cilindric la 90° (fig. 8.11). Semicercul de diametru $AB = D$ se împarte într-un număr de $2n$ părți egale, *1,2* ... etc., prin care se duc generatoarele cilindrului *I* pînă la întîlnirea cu linia $A'B'$ (fig. 8.11, *a*). Se trasează, pe direcția BA, segmentul $A—B—A$ (fig. 8.11, *b*) egal cu lungimea cercului ($3{,}14\ D$) și se împarte în același număr de părți egale, trasîndu-se din aceste puncte lungimile generatoarelor respective (AA', $11'$, $22'$ ... BB'), obținîndu-se punctele $1''$, $2''$ $3''$ etc. Acestea se mai pot determina ducînd paralele $A'A''$, $1'1''$, $2'2''$ pînă la intersecția lor cu dreptele AA'', $11''$, $22''$ ... etc. Suprafața plană *I'* ($AA''B''A''A$) este desfășurata porțiunii cilindrice *I*.

nea necesară pentru îmbinare: pentru o îmbinare cu falţ simplu se va adăuga într-o parte a desfăşuratei o lăţime de falţ, iar în cealaltă parte două. În tabelul 8.1 este dată lăţimea falţului în funcţie de diametrul cilindrului.

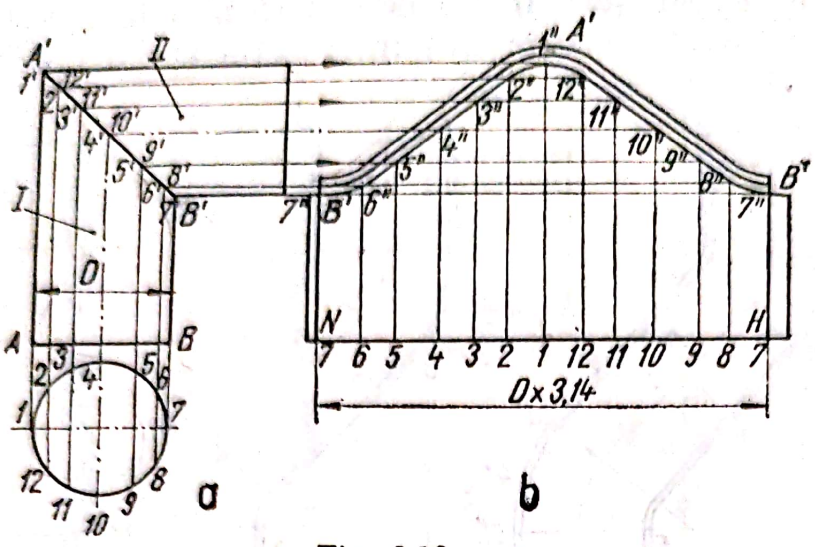


Fig. 8.10

La coturile din tablă groasă executate prin sudare cap la cap, dacă grosimea tablei este g şi diametrul interior al cilindrului D, cercul desenat coaxial cu cilindrul are diametrul $g + D$. Nu 2g+D ?

Tabelul 8.1

Lăţimea falţului în funcţie de diametrul pieselor

Diametrul, în mm	200—250	300—575	600—900
Lăţimea falţului, în mm	8—10	10—12	12—13

Cot cilindric la un unghi mai mare de 90°, format din două bucăţi. Cînd cei doi cilindri de acelaşi diametru care formează cotul se intersectează sub un unghi oarecare, desfăşurata se construieşte la fel ca la cotul cilindric la 90° (fig. 8.11). Semicercul de diametru $AB = D$ se împarte într-un număr de $2n$ părţi egale, *1,2* ... etc., prin care se duc generatoarele cilindrului *I* pînă la întîlnirea cu linia *A'B'* (fig. 8.11, *a*). Se trasează, pe direcţia *BA*, segmentul *A—B—A* (fig. 8.11, *b*) egal cu lungimea cercului (3,14 *D*) şi se împarte în acelaşi număr de părţi egale, trasîndu-se din aceste puncte lungimile generatoarelor respective (*AA'*, *11'*, *22'* ... *BB'*), obţinîndu-se punctele *1''*, *2''* *3''* etc. Acestea se mai pot determina ducînd paralele *A'A''*, *1'1''*, *2'2''* pînă la intersecţia lor cu dreptele *AA''*, *11''*, *22''* ... etc. Suprafaţa plană *I'* (*AA''B''A''A*) este desfăşurata porţiunii cilindrice *I*.

Scanned with OKEN Scanner

Desfășurata porțiunii *II* se obține în același fel.

Cot cilindric la 90° format din trei bucăți. În fig. 8.12, *a* este reprezentat un cot format din intersecția a trei cilindri de același diametru, ale căror axe sînt concurente două cîte două și formează între ele unghiuri de 135°. În fig. 8.12, *b* este reprezentată desfășurata celor trei cilindri

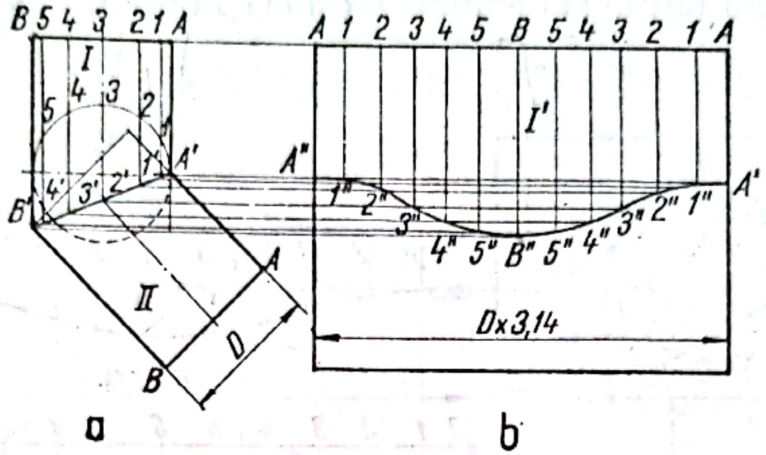


Fig. 8.11

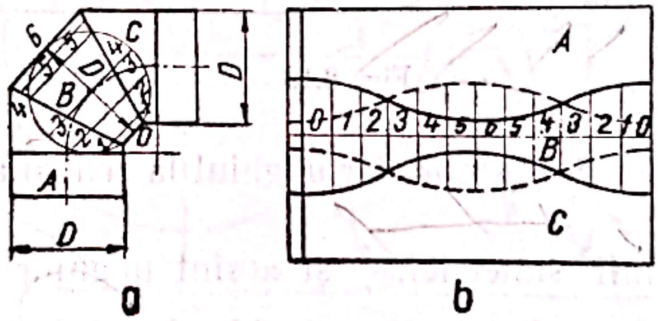


Fig. 8.12

secționați oblic. Pentru obținerea desfășuratei, se trasează cercul de diametru *D* și se construiește, ca în exemplele precedente, intersecția cilindrului *A* cu *B* și a cilindrului *B* cu *C*.

Segmentul *0—6—0* (fig. 8.12, *b*) are lungimea egală cu lungimea cercului și este împărțit în 12 părți egale. Prin aceste diviziuni se duc perpendiculare pe linia de referință, pe care se trasează lungimile generatoarelor din fig. 8.12, *a*, după care se trasează curbele. Lungimile generatoarelor se iau simetric față de linia de referință. Din fig. 8.12, *b* rezultă că se pot așeza desfășuratele celor trei corpuri în două variante.

Cot cilindric la 90° din cinci bucăți. Acest cot este format din doi cilindri circulari drepți (*1* și *5*) care constituie capetele cotului și din trei cilindri secționați oblic, care formează prin intersecția lor racordarea unghiului de 90° (fig. 8.13).

Scanned with OKEN Scanner

Desfășurata A' a porțiunilor *2*, *3* și *4* se construiește după aceleași reguli ca și la cotul format din trei bucăți, iar desfășurata B' a cilindrilor drepți *1* și *5* are lungimea egală cu πD.

Cot cilindric format din șase bucăți (calcul analitic). Cotul cilindric din fig. 8.14, *a* se compune din burlanele *1* și *2* (cilindri circulari drepți) și din patru clini (cilindri circulari secționați oblic), *3*, *4*, *5* și *6*.

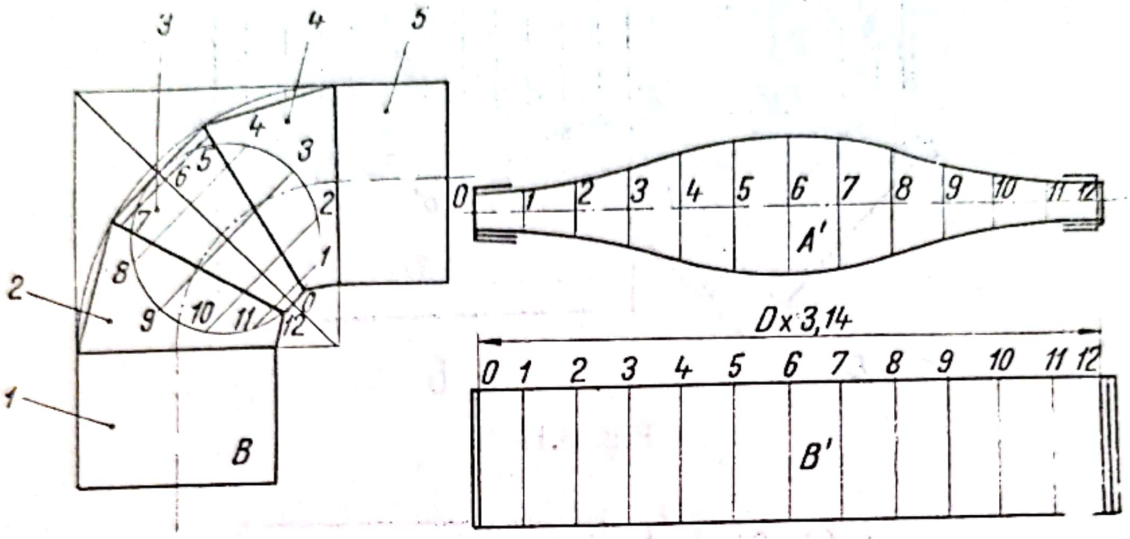


Fig. 8.13

Raza medie a cotului este R, iar unghiul la centru al curburii cotului este $\gamma°$.

Considerînd clinii simetrici, $\frac{\alpha}{2}$ și α sînt unghiurile la centru sub care se văd clinii. Dacă D este diametrul burlanului, desfășurata clinului va avea lungimea πD. Calculul desfășuratei clinilor *3* și *6* rezultă din fig. 8.14, *b* care reprezintă schematic unul din clini.

Lățimea medie a clinului va fi:

$$h = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}. \tag{8.10}$$

Se împarte cercul în $2n$ părți egale (douăsprezece în cazul considerat), ceea ce corespunde la următoarele unghiuri la centru:

$$\psi_1 = 30°; \quad \psi_2 = 60°; \quad \psi_3 = 90° \text{ etc.}$$

Unghiului ψ_i îi corespunde o lățime a clinului:

$$l_i = \frac{D}{2} \sin \psi_i \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Calculînd lungimile l_i, se determină astfel toate elementele necesare desenării desfășuratei clinului 3 sau 6, conform fig. 8.14, *c* în care:

$$l_1 = \frac{D}{2} \sin 30° \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

$$l_2 = \frac{D}{2} \sin 60° \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

$$l_3 = \frac{D}{2} \sin 90° \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

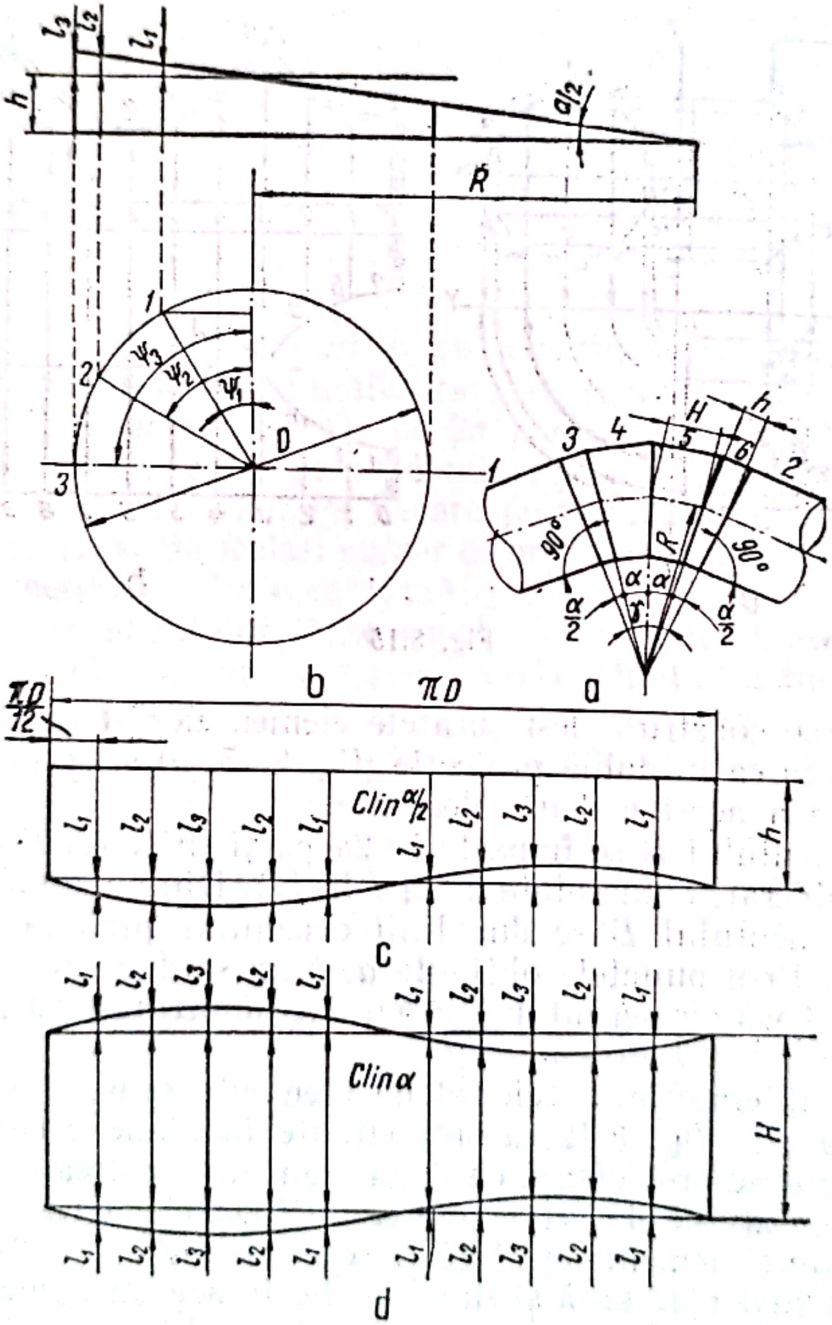


Fig. 8.14

Desfășuratele clinilor *4* și *5* se construiesc în mod similar (fig. 8.14, *d*) lățimea medie a clinului fiind:

$$H = 2R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Ramificație în formă de T cu diametre egale. Ramificația (racordul) în formă de T este rezultată din intersecția a doi cilindri ale căror axe sînt concurente, formînd un unghi de 90°.

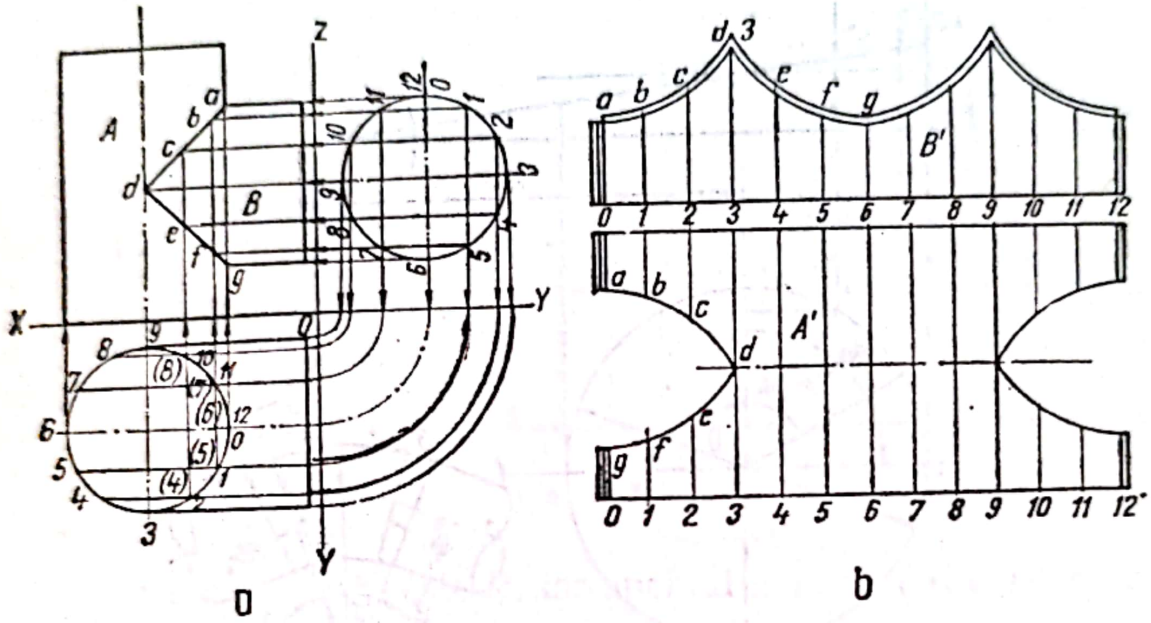


Fig. 8.15

Pentru a se construi desfășuratele elementelor *A* și *B* se face mai întîi reprezentarea în dublă proiecție (fig. 8.15, *a*) și se determină linia de intersecție a acestor două elemente.

Baza elementului *B* se împarte în $2n$ părți egale (douăsprezece părți în cazul considerat, numerotate de la *1* la *12*). Din punctele de împărțire ale bazei elementului *B* se duc linii orizontale pînă la intersecția cu elementul *A*. Prin punctele obținute *a*, *b*...*g* se duc linii verticale care intersectează baza elementului *A* în puncte numerotate cu același număr de ordine.

Linia de intersecție a celor două elemente este formată din două semielipse care în fig. 8.12, *a* sînt situate în plane perpendiculare pe planul figurii și se proiectează ca două segmente de dreaptă (*ad* și *dg*) ce formează unghiuri de 45° cu axele celor două elemente.

Desfășuratele elementelor *A* și *B* se construiesc (fig. 8.15, *b*) luînd lungimea cercurilor de bază și împărțind-o în același număr de $2n$ părți egale. Din punctele de diviziune obținute se iau pe perpendicularele

corespunzătoare lungimile generatoarelor elementului B (Oa, $1b$ etc.), determinîndu-se desfășurata B'. În același mod se obține desfășurata A' a elementului A.

Marginile pentru falțuri sînt arătate pe cele două desfășurate.

Construcția se poate face ca și în fig. 8.16, în care bazele elementelor A și B au fost împărțite în opt părți egale.

Ramificație în Y (racord cu trei căi). Cele trei elemente A, B și C ale unei asemenea ramificații (fig. 8.17, *a*) au același diametru D și axele lor, situate în același plan, se intersectează în același punct O. Axele elementelor A și B formează între ele unghiul $\gamma = 135°$, axele elementelor A și C unghiul $\beta = 135°$, iar axele elementelor B și C unghiul $\alpha = 90°$.

Determinarea desfășuratelor se reduce la cazul determinării desfășuratei cilindrului circular intersectat de un plan înclinat. Cilindrii A și C au aceeași desfășurată. Pentru construcția desfășuratelor se împart circumferințele cilindrilor în același număr de $2n$ părți egale (douăsprezece în cazul considerat).

Desfășurata B' a elementului B se construiește luînd segmentul de dreaptă MN egal cu lungimea desfășurată a cercului de bază ($MN = \pi D$) și împărțindu-l în același număr de $2n$ părți egale (fig. 8.17, *b*). Prin punctele de diviziune se duc perpendiculare pe MN (care sînt paralele cu generatoarele cilindrului B). Pe fiecare perpendiculară se ia o lungime egală cu generatoarea de același număr de ordine a cilindrului B. Punctele obținute se unesc cu o linie continuă.

Desfășurata elementului A se construiește în mod asemănător. În fig. 8.17, *c* se arată desfășurata respectivă A' obținută trasînd din punctele de diviziune ale segmentului $M'N' = \pi D$ pe perpendicularele la MN, lungimile generatoarelor de același număr de ordine ale cilindrului A și unind extremitățile lor printr-o linie continuă.

În cazul cînd unghiurile făcute de axele cilindrilor, luate două cîte două, sînt egale ($\alpha = \beta = \gamma = 120°$), iar diametrele cilindrilor sînt de asemenea egale, desfășuratele vor fi identice pentru toate cele trei elemente (fig. 8.18).

Ramificație pantalon. Ramificația pantalon se poate realiza din trei tuburi cilindrice de același diametru sau cu un cilindru și două trunchiuri de con. Pentru construirea desfășuratei celor doi cilindri oblici se împarte cercul de bază în $2n$ părți egale (douăsprezece în cazul considerat) și se trasează generatoarele (fig. 8.19). Din punctele de diviziune $1_1, 2_2, 3_3$, etc. se duc perpendiculare pe axa cilindrului A. Se ia în compas a douăsprezecea parte din lungimea cercului și cu această deschidere se trasează arce succesive pînă la intersecția cu perpendicularele de același număr de ordine, duse pe axa cilindrului din punctele bazei acestuia. Se obțin punctele $1'$, $2'$, $3'$, etc. care se unesc cu o linie continuă. Din

Scanned with OKEN Scanner

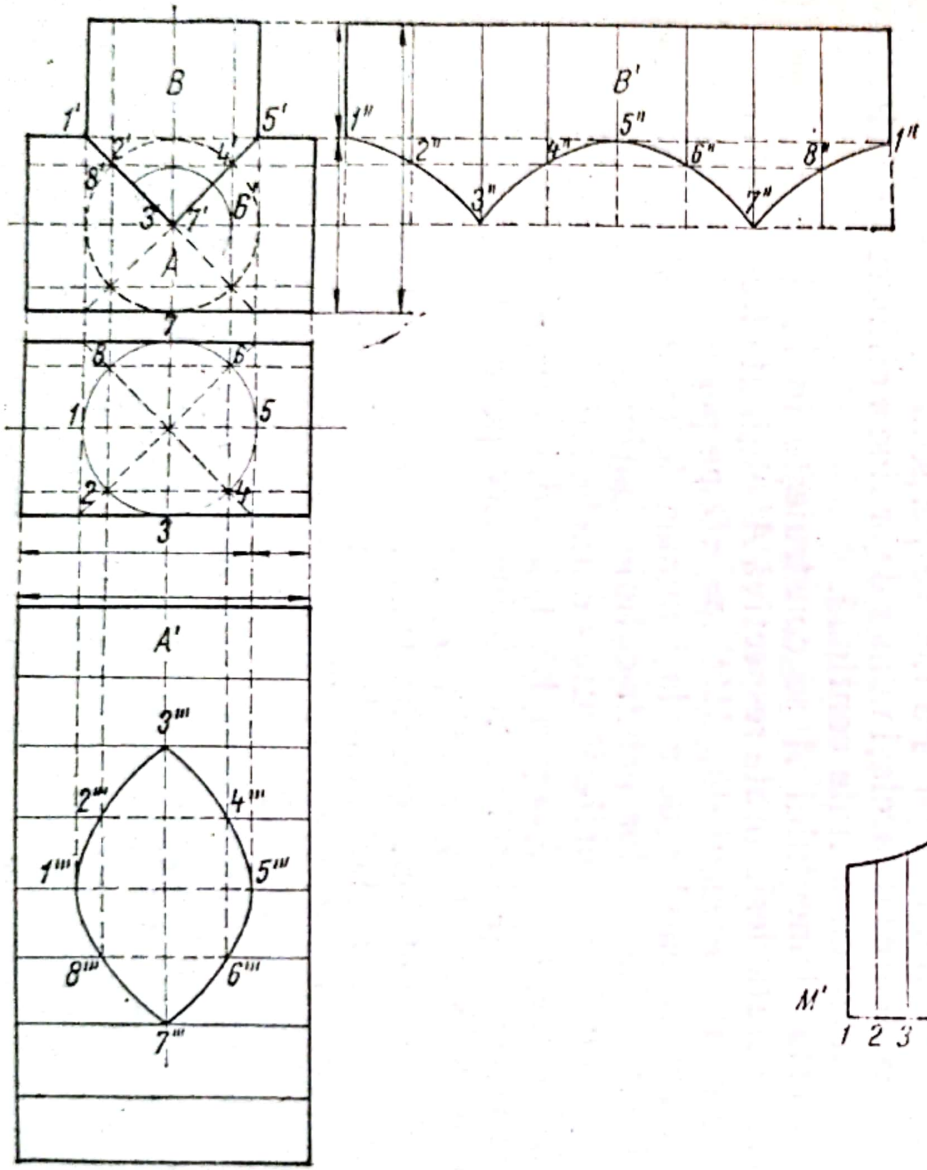


Fig. 8.16

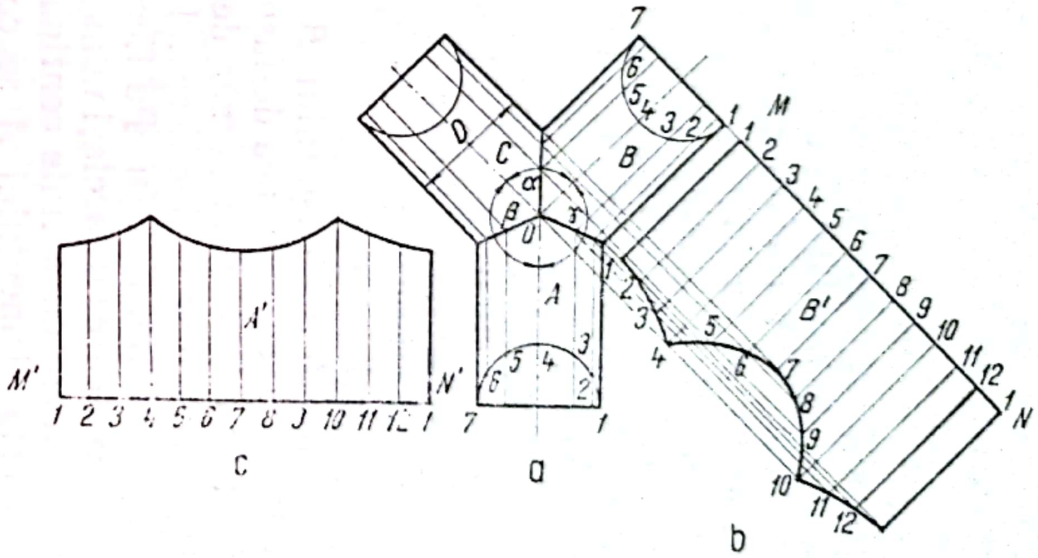


Fig. 8.17

Scanned with OKEN Scanner

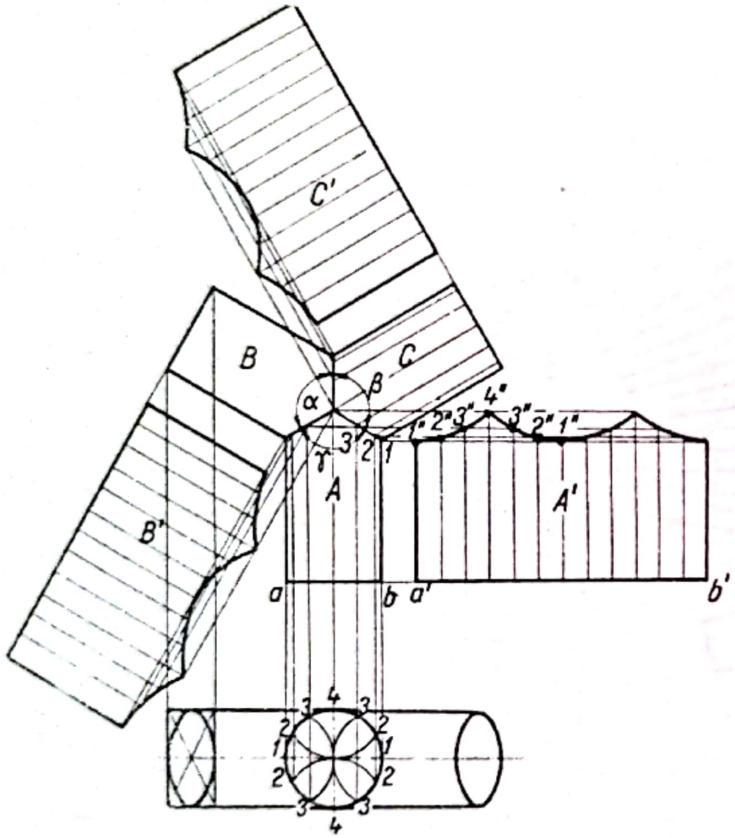


Fig. 8.18

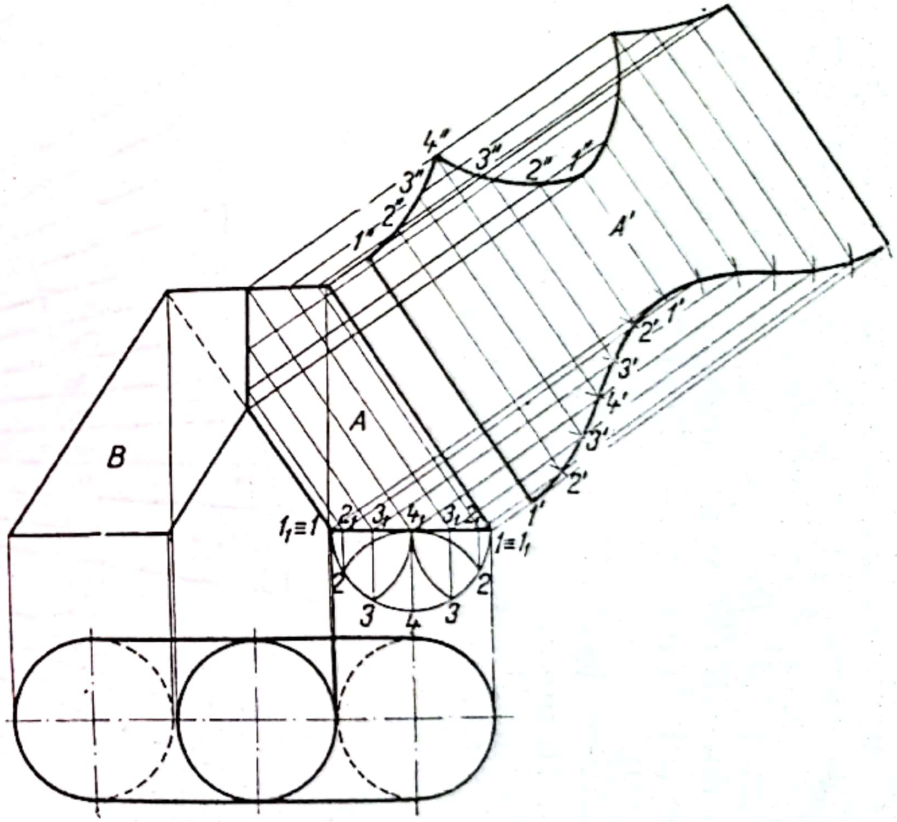


Fig. 8.19

Scanned with OKEN Scanner

fiecare din aceste puncte se duc paralele cu axa cilindrului A pînă la intersecția cu dreptele corespunzătoare perpendiculare pe axa cilindrului duse la partea de sus și se obțin punctele $1''$, $2''$, $3''$ etc. necesare pentru construirea desfășuratei A'. Desfășurata cilindrului B este identică cu A'.

Cot dublu din doi cilindri și un trunchi de con. În fig. 8.20, *a* se arată un astfel de cot dublu. Axele cilindrilor și axa trunchiului de con sînt în același plan.

Pentru a se obține desfășurata trunchiului de con se trasează axele celor trei corpuri. În punctele P și P', în care axele cilindrilor se intersectează cu axa conului, se trasează cercurile de bază ale cilindrilor respectivi. Tangentele la aceste două cercuri dau generatoarele trunchiu-

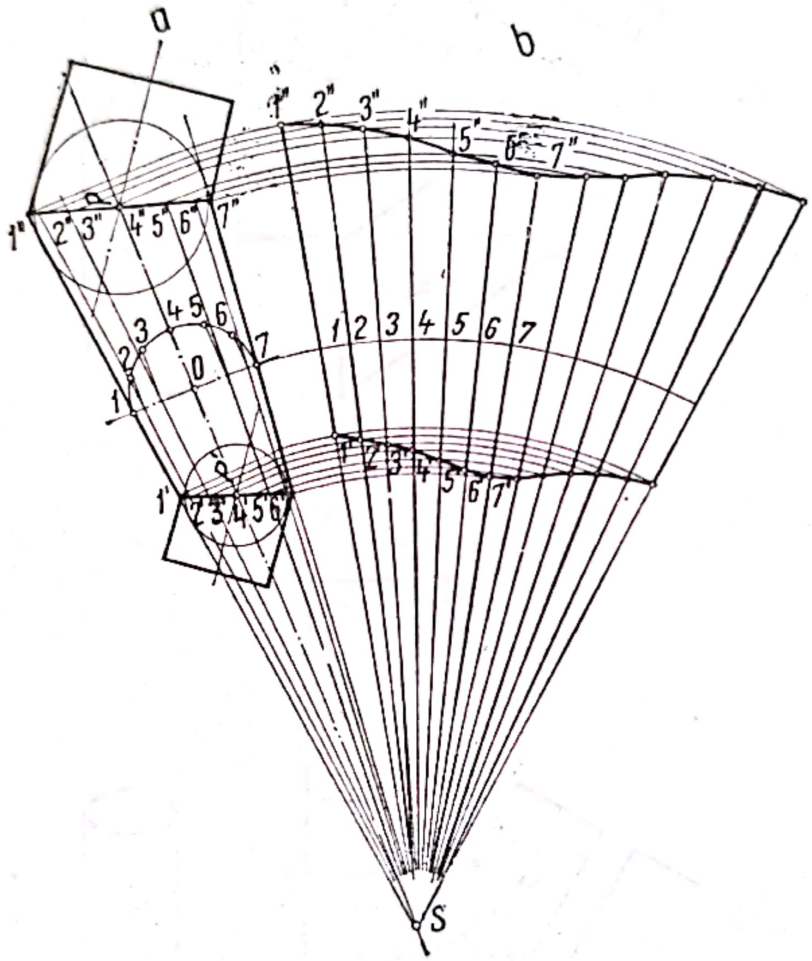


Fig. 8.20

lui de con care, prelungite, se întîlnesc în S (vîrful conului). Se ia pe axa conului un punct O, în care se ridică o perpendiculară pe aceasta. La intersecția perpendicularei cu generatoarele conului se determină punctele *1* și *7*. Cu o rază egală cu *01* și cu centrul în O se trasează un semicerc, care se împarte într-un număr de $2n$ părți egale (șase, în cazul considerat), obținînd punctele *2*, *3*, *4* etc. Se unesc proiecțiile acestor puncte pe dreapta

Scanned with OKEN Scanner

1—*7* cu vîrful *S* și se obțin punctele *1'*, *2'*, *3'*, etc. și respectiv *1''* *2''* *3''* etc. Aceste puncte sînt situate pe liniile de intersecție dintre fiecare cilindru și trunchiul de con. Liniile de intersecție sînt în proiecție linii drepte.

Pentru construcția desfășuratei trunchiului de con, din *S* ca centru și cu o rază egală cu segmentul *S-7* se descrie un arc de cerc. Pe acest arc de cerc se așază lungimea desfășurată a cercului cu centrul *O* și se împarte în același număr de $2n$ părți egale ca și cercul (*1*, *2*, *3* etc., fig. 8.20, *b*). Se unesc punctele de diviziune cu punctul *S* și se duc razele *S-1*, *S-2* etc. Prin punctele *1'*, *2'*, *3'* etc. și *1''*, *2''*, *3''* etc. se duc perpendiculare pe axa conului pînă la intersecția cu generatoarea *7'*—*7''* (fig. 8.20, *a*). Se poartă apoi aceste puncte cu compasul (cu un picior în *S*) pînă ce taie liniile de același număr de ordine din fig. 8.20, *b* în *1'*, *2'*, *3'* etc. și *1''*, *2''*, *3''* etc.

Punctele astfel obținute se unesc prin curbe continui, obținîndu-se pesfășurata trunchiului de con.

8.3. *Trasarea economică*

Pentru a se reduce prețul de cost al produselor, trasarea și croirea materialului trebuie făcute astfel încît resturile rezultate să fie cît mai mici.

Realizarea de economii se obține croind tablele după schițe sau planuri de croire. Acestea servesc la croirea în grup a pieselor de diferite forme sau la croirea individuală.

La croirea materialului se ține seama de formatul tablei, alegîndu-se formatele cele mai adecvate.

În fig. 8.21 se dau exemple de aranjare a șabloanelor de croit, astfel încît resturile să fie reduse la minimum. În fig. 8.21, *a* pe două table de 765 × 535 mm se arată cum se pot trasa șase măsuri cu capacitatea de 2 l. În fig. 8.21, *b* sînt arătate trei măsuri de capacitate de 3 l trasate printr-o altă aranjare a șabloanelor. În fig. 8.21, *c*, pe două table de același format se pot trasa patru măsuri cu capacitatea de 4 l. În fig. 8.21, *d*, pe două table cu aceleași dimensiuni, sînt trasate trei măsuri cu capacitatea de 5 l. În fig. 8.21, *e* pe două table se pot trasa două măsuri de capacitate a 12 l.

Desfășuratele cilindrilor se execută conform metodelor descrise în cap. 3.

Procentul maxim de utilizare a tablei variază în funcție de trasarea și croirea rațională. Trebuie deci să se procedeze cu atenție la alegerea formatului tablei, studiindu-se diferite variante, după care se alege cea mai rațională.

La croirea tablei, pe lîngă economia de material mai trebuie să se aibă în vedere și considerentele de ordin tehnologic, pentru a se da

Scanned with OKEN Scanner

posibilitatea să se folosească utilajul existent și de cea mai mare productivitate.

Cea mai bună utilizare a tablei se obține prin așezarea pe tablă a semifabricatelor de dimensiuni diferite, în ordine descrescîndă ca mărime, începînd cu așezarea semifabricatelor de dimensiuni mari, apoi, în spațiile rămase, a semifabricatelor de dimensiuni mai mici.

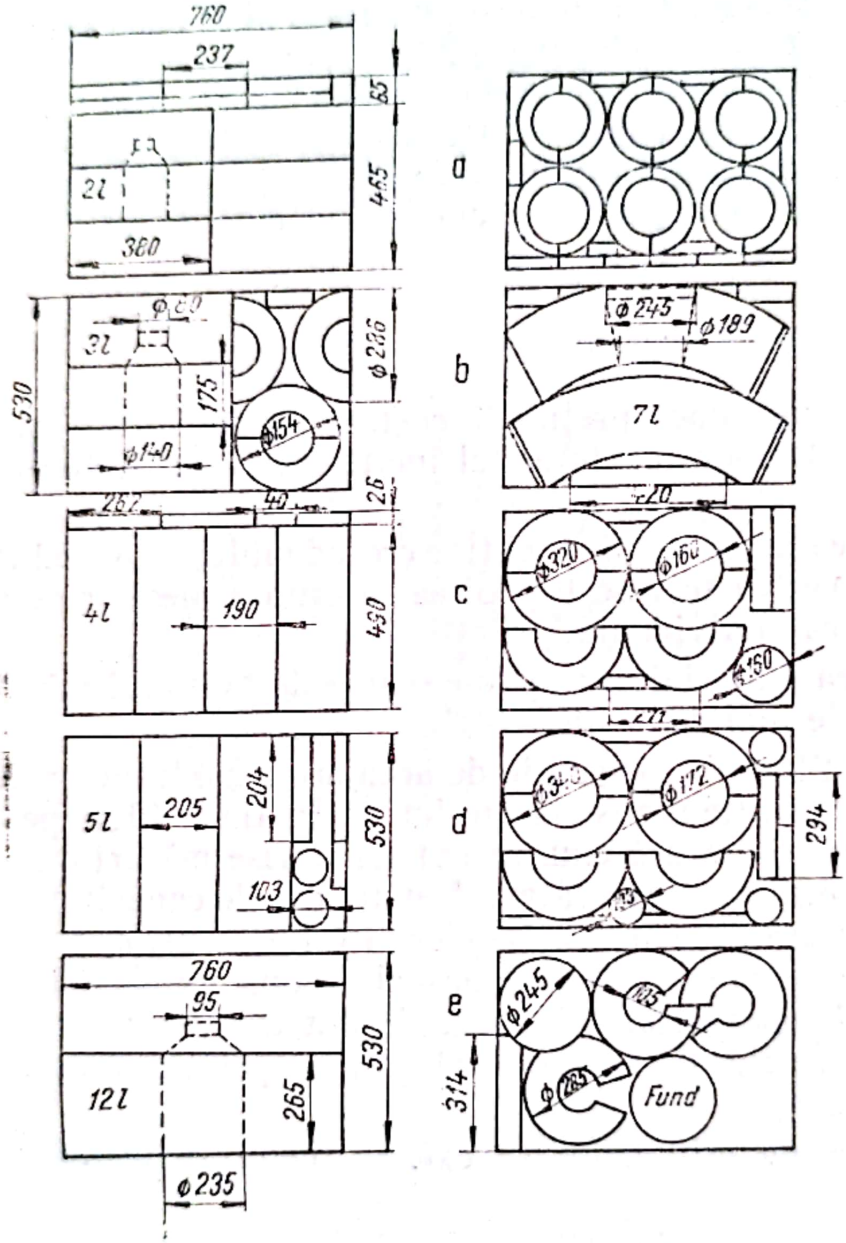


Fig. 8.21

La aranjarea pe tablă a semifabricatelor cu configurații diferite se poate realiza o economie maximă de material, dar, în acest caz tăierea se execută cu utilaje de tăiat pe contur și, uneori, și cu utilaje pentru tăierea dreaptă.

Productivitatea utilajului folosit la tăierea dreaptă este mai mar decît a celui utilizat la tăierea pe contur.

Documentația pentru trasare și debitare se întocmește separat, astfel încît în cadrul uzinelor mari se organizează ateliere de debitare centrale, care primesc documentații complete pentru fiecare comandă. În acest mod se obține o gospodărire rațională a materialelor, o utilizare bună a

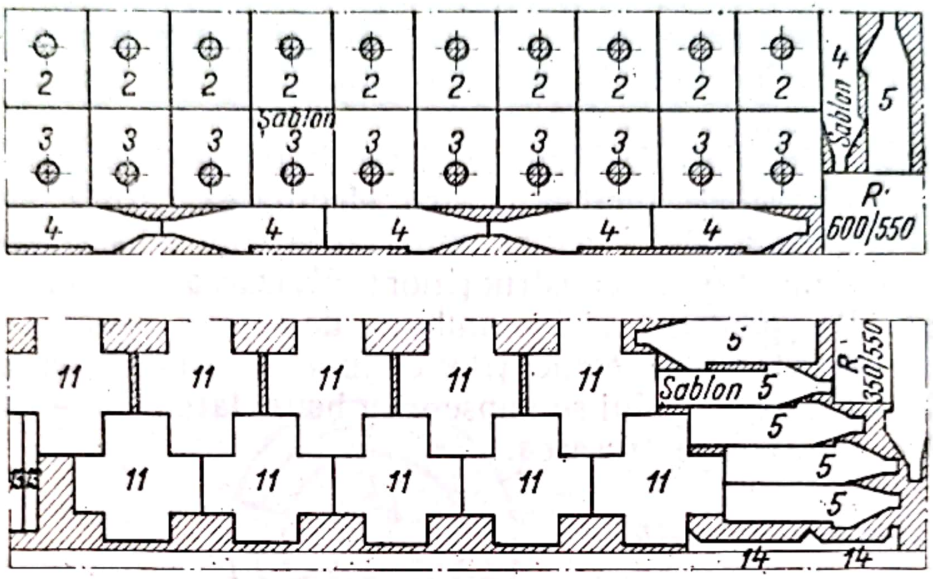


Fig. 8.22

resturilor, existînd posibilitatea utilizării planurilor de croire complexe, precum și o specializare a muncitorilor pe operații.

În fig. 8.22 se arată, ca exemplu, un plan de croire din care se observă că în unele cazuri, bucățile de tablă mai mari, rămase, sînt însemnate (600 × 550 mm și 350 × 550 mm) pentru restituire la depozit pentru a servi la confecționarea altor piese. Resturile de dimensiuni mai mici, nerestituibile la magazie, sînt însemnate pe planul de croire haşurat.

Trasatorii primesc o dată cu planul de croire și desenul de execuție al piesei, după care calculează desfășurata. După construcția desfășuratei, trasatorul stabilește adaosurile de prelucrare (așa cum s-a arătat în unele exemple din acest capitol) și obține forma și dimensiunile piesei, așa cum trebuie trasată.

O parte din aceste resturi se pot încă folosi la confecționarea pieselor de dimensiuni mici, celelalte se trimit la depozite sau la turnătorie pentru retopit.

Utilizînd planuri de croire raționale se realizează importante economii de materiale, care duc la reducerea prețului de cost.

Scanned with OKEN Scanner

În secțiile de cazangerie se trasează table cu suprafețe plane, din care, după ce vor fi tăiate și îndoite, trebuie să rezulte corpuri geometrice de forma necesară.

Se trasează în plan desfășurate și secțiuni prin corpuri geometrice, intersecții de corpuri, lucrări pentru efectuarea cărora sînt necesare cunoștințe de geometrie. Lucrări importante sînt de asemenea trasarea în stadiul de montaj al construcțiilor: divizarea virolelor cilindrice, trasarea găurilor pentru țevi în tamburii de cazan, trasarea decupărilor pentru racorduri, trasarea segmenților de funduri sau de rezervoare sferice.

Tablele supuse trasajului se vopsesc cu benzi late de 50—80 mm în locurile unde se va face trasarea.

9.1. *Trasarea fundurilor*

Fundurile penru recipienți pot fi executate dintr-una sau mai multe foi de tablă sudate, bombate manual sau prin presare la cald. Se pot executa segmente bombate individual, care apoi se sudează în jurul unei calote centrale.

După forma secțiunii axiale, fundurile sînt bombate (fig. 9.1, *b*) sau plane cu bordură (fig. 9.1, *a*). În fig. 9.1 sînt arătate secțiunile axiale ale celor două tipuri de funduri cu elemente geometrice necesare pentru desfășurarea în plan. În vederea confecționării fundurilor prin bombare este nevoie de un disc de tablă al cărui diametru se calculează cu formula:

— pentru funduri plane cu bordură:

$$D = d + 2\,l + 2h + (20 \ldots 40)\ \text{mm},$$

unde $l = \frac{\pi\alpha}{180} r$;

— pentru funduri bombate prin presare la cald;

$$D = \frac{\beta\pi R}{180} + 2l + 2h + (20 \ldots 40)\ \text{mm}.$$

La confecționarea fundurilor din mai multe foi (fig. 9.2) se dau unele indicații asupra poziției cusăturii de sudură.

Scanned with OKEN Scanner

La fundurile executate din două bucăți de tablă, poziția cusăturii se va alege astfel încît să treacă prin centrul fundului sau pe o coardă la distanță de cel mult 0,2 D_e față de centrul fundului (fig. 9.2, *a*).

Fundurile executate din trei foi cu două cusături de sudură paralele trebuie să îndeplinească condițiile din fig. 9.2, *b*. Distanța dintre cele

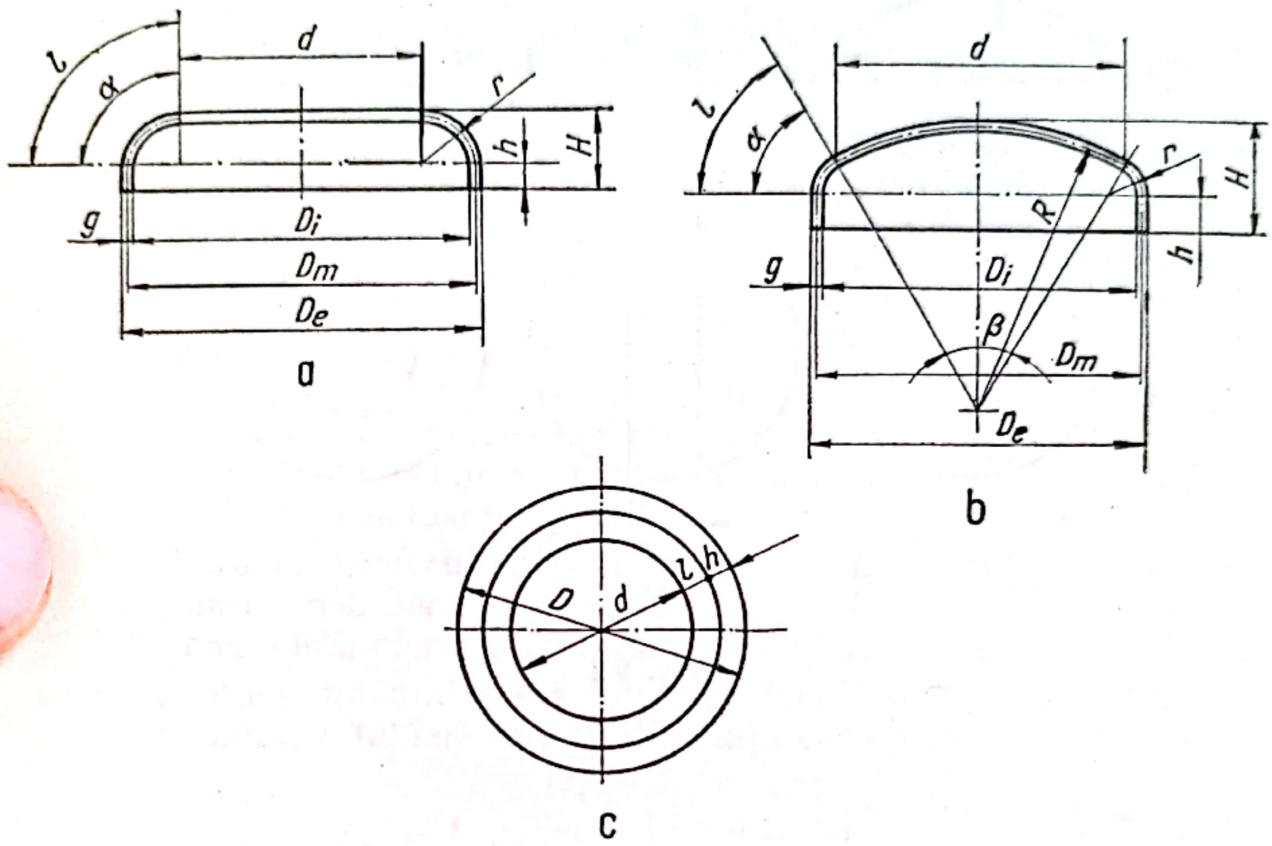


Fig. 9.1

două cusături să fie de cel puțin 200 mm; fiecare cusătură trebuie să fie situată față de centru la o distanță de cel puțin 100 mm, dar mai mică decît a cincea parte din diametrul exterior.

La fundurile executate din segmente sudate de o calotă sferică, cusăturile de sudură vor fi plasate în jurul calotei sferice și pe meridianele determinate de restul elementelor (fig. 9.2, *c*). În proiecție orizontală, diametrul calotei sferice va fi cel mult jumătate din diametrul exterior. Marginea calotei sferice va fi situată la cel puțin 50 mm de la începutul racordării. Calota poate fi din două bucăți, cusătura trecînd prin centrul fundului. Lungimea minimă a marginii prin care segmentul se sudează de calotă va fi de cel puțin cinci ori grosimea tablei, în orice caz minimum 100 mm.

După executarea fundului (sudură și ambutisare) se trasează bordura pentru tundere. Trasarea se face cu dispozitivul din fig. 9.3.

Scanned with OKEN Scanner

Dispozitivul se compune dintr-un suport (trepied) prevăzut în partea superioară cu o bucşe, *1*, în care se învîrteşte pivotul suportului *2*. Tija *3* se deplasează în suportul *2* după mărimea fundului. Înălţimea la care

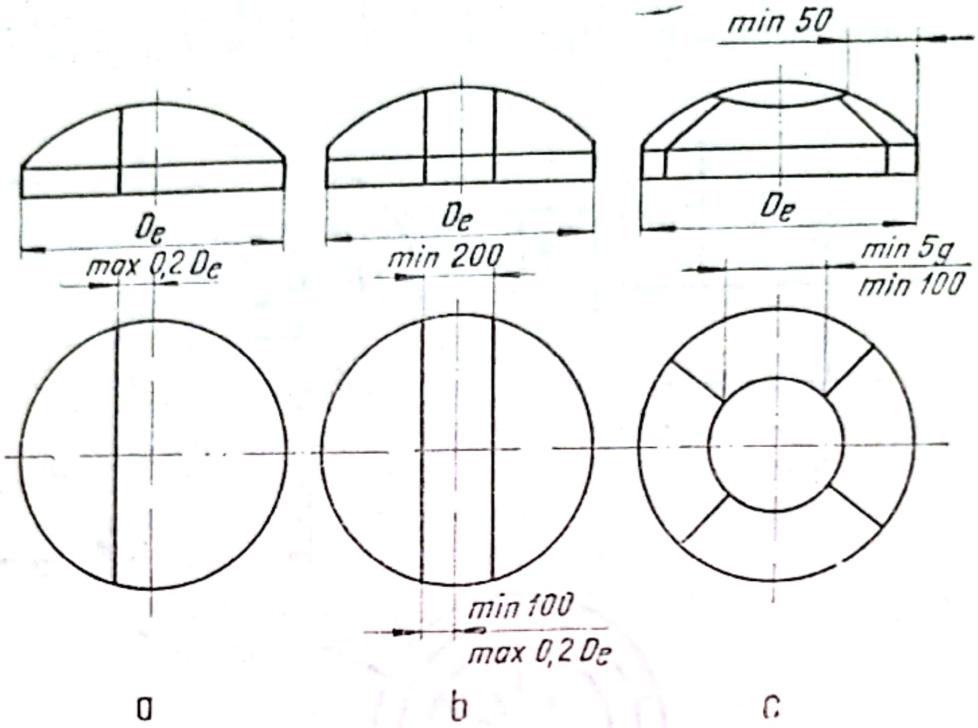


Fig. 9.2

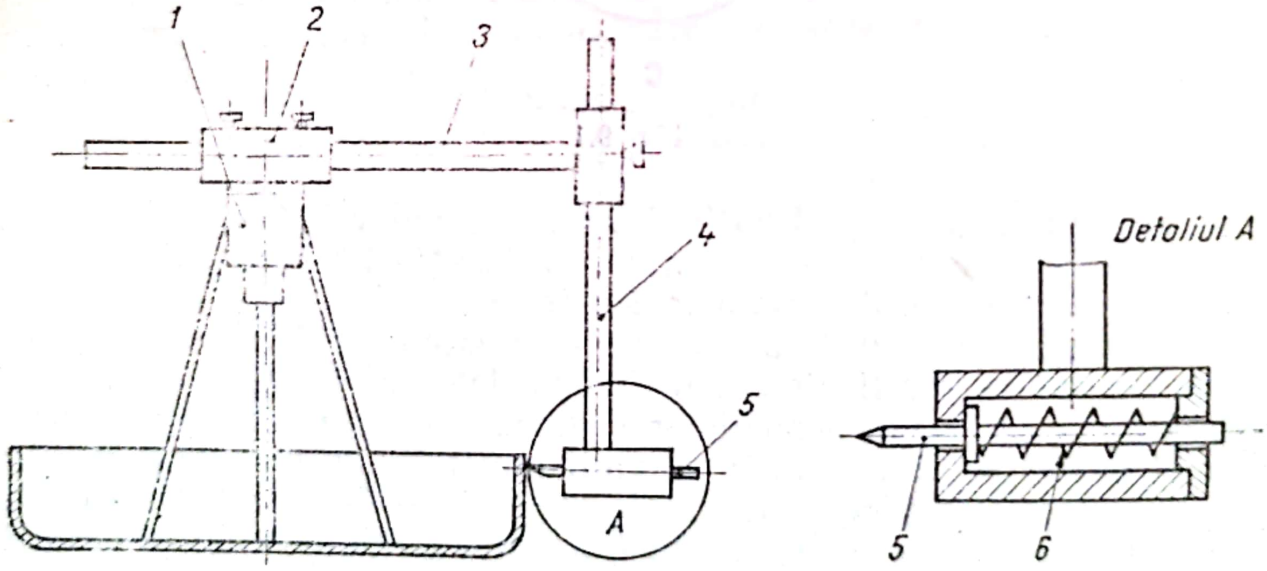


Fig. 9.3

se face trasajul se stabileşte prin deplasarea tijei *4*, care poartă acul de trasaj *5*. Acul este apăsat pe tablă de către arcul elicoidal *6*.

Centrarea dispozitivului se face după 2—3 rotaţii de probă.

Scanned with OKEN Scanner

9.2. *Trasarea virolelor cilindrice*

Virolele formează partea cilindrică a recipienților, vagoanelor-cisternă, coloanelor pentru industria chimică etc.

La trasarea virolelor se iau în considerare următoarele recomandări:

— numărul și lungimea virolelor se stabilesc în funcție de folosirea rațională a tablei și de poziția îmbinărilor și a orificiilor;

— virolele cu diametrul mai mare de 1 800 mm vor avea maximum două cusături longitudinale la distanță de cel puțin 400 mm;

— la asamblare, cusăturile longitudinale ale virolelor vecine trebuie să fie decalate cu cel puțin 100 mm. Aceeași distanță minimă trebuie să fie și între cusăturile virolelor și cele ale fundurilor.

Lungimea tablei înainte de roluire se trasează avîndu-se în vedere diametrul mediu D_m al virolei. Circumferința medie rămîne nedeformată în timpul îndoirii.

După roluirea unei table cu marginile drepte, virola va avea o deschidere în formă de V din cauza diferenței lungimilor circumferinței interioară și exterioară, după cum se poate vedea în fig. 9.4. Cu notațiile din figură se obțin următoarele relații:

lungimea circumferinței exterioare $L_e = \pi D_e$;
lungimea circumferinței medii $L_m = \pi D_m$;
lungimea circumferinței interioare $L_i = \pi D_i$.

Deoarece diferența dintre diametrele exterior și interior este egală cu două grosimi ale tablei, rezultă diferența celor două circumferințe:

$$D_e = D_i + 2g;$$

$$L_e - L_i = \pi(D_i + 2g) - \pi D_i = 2\pi g.$$

Înainte de roluire se verifică forma tablei, care trebuie să fie perfect dreptunghiulară. Dacă unghiurile tablei nu sînt de 90°, atunci virola va deveni conică sau axele a două virole alăturate vor forma un unghi între ele. Verificarea constă în a măsura lungimea laturilor mici, laturilor lungi și a diagonalelor. Aceste lungimi trebuie să fie egale cîte două (fig. 9.5, *a*).

$$l = l';\ L = L';\ d = d'.$$

Dacă laturile sînt egale dar diagonalele nu, atunci tabla va avea forma unui paralelogram (desenat punctat în figură).

Se prezintă mai jos o metodă de trasare a tablelor dreptunghiulare (vezi fig. 9.5, *b*). Pe tabla care se trasează se înseamnă axa $x - x$ mai mare decît L. Cu ajutorul unui compas se înseamnă punctele A și B, la distanță egală cu jumătatea lungimii L față de centrul O. Cu compasul în punctele A și B se trasează două arce de cerc cu raza mai mare decît $0{,}5\,L$ de o parte și de alta a axei $x - x$. Se trasează dreapta care unește punctele m și n de intersecție ale acestor arce, dreaptă care trece și prin

Scanned with OKEN Scanner

punctul *O*. Din punctele *A*, *B* și *O* se trasează arce de cerc cu raza 0,5 *l*, de o parte și de alta a axei *x* — *x*. Pe dreapta *mn* se obțin punctele *C* și *D*. Din punctele *C* și *D* se trasează arce de cerc cu raza de 0,5 *L* de o parte și de alta a dreptei *mm* determinîndu-se astfel punctele *E*, *F*, *G*, *H*. Aceste puncte sînt colțurile dreptunghiului trasat.

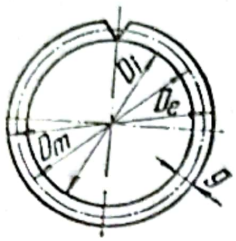
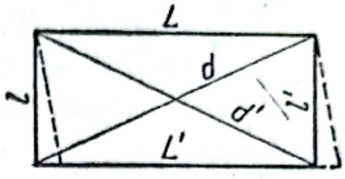
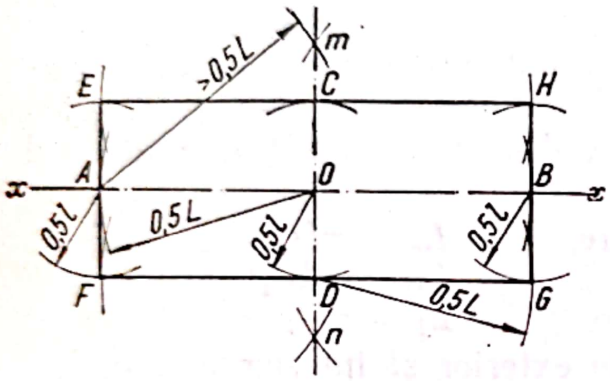


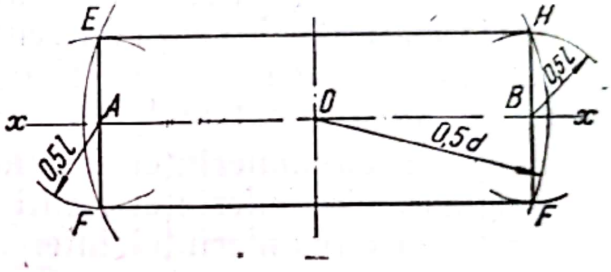
Fig. 9.4



a



b



c

Fig. 9.5

O altă metodă de trasare mai simplă este arătată în fig. 9.5, *c*. Se trasează o dreaptă *x* — *x* mai mare decît lungimea necesară a virolei. Se înseamnă punctele *A* și *B* la distanță 0,5 *L* față de centrul *O*. Din aceste puncte *A* și *B* se trasează arce de cerc cu raza 0,5 *l* de ambele părți ale dreptei *x* — *x*. Se calculează jumătatea diagonalei cu formula:

$$0{,}5d = 0{,}5\sqrt{L^2 + l^2}.$$

Din centrul *O*, se trasează arce de cerc cu raza egală cu jumătatea diagonalei, care vor intersecta celelalte arce trasate din *A* și *B*. Punctele *E*, *F*, *G*, *H*, determinate în acest fel, sînt vîrfurile dreptunghiului căutat.

După sudarea tuturor virolelor trebuie verificat dacă recipientul rezultat este rectiliniu.

Printr-o metodă oarecare, de exemplu cea arătată mai jos, se înseamnă mai multe puncte pe patru generatoare dispuse la 90° (fig. 9.6, *a*). Se unesc apoi punctele cu o linie continuă pe întreaga lungime a generatoarei. Cu ajutorul unei sîrme de oțel se verifică dacă generatoarea corespunde cu o linie dreaptă.

Scanned with OKEN Scanner

Punctele pe lungimea generatoarei se trasează cu șablonul din fig. 9.6, *b*, a cărui rază este egală cu raza exterioară a mantalei. Pe șablon este marcat un riz pe direcția razei. Muchia șablonului va fi perfect perpendiculară pe acest riz. Șablonul se așază pe virolă cu muchia superioară în poziție orizontală, indicată de nivela cu apă. În dreptul rizului se trasează pe virolă un semn.

În funcție de lungimea virolei, se înseamnă mai multe puncte prin procedeul descris. Pentru a se elimina erorile datorate abaterilor șablonului, este bine ca acesta să aibă o teșitură în colțul din stînga sus. Toate semnele în lungul unei generatoare se vor face astfel că teșitura șablonului să fie mereu în stînga, pentru a utiliza aceeași muchie a șablonului.

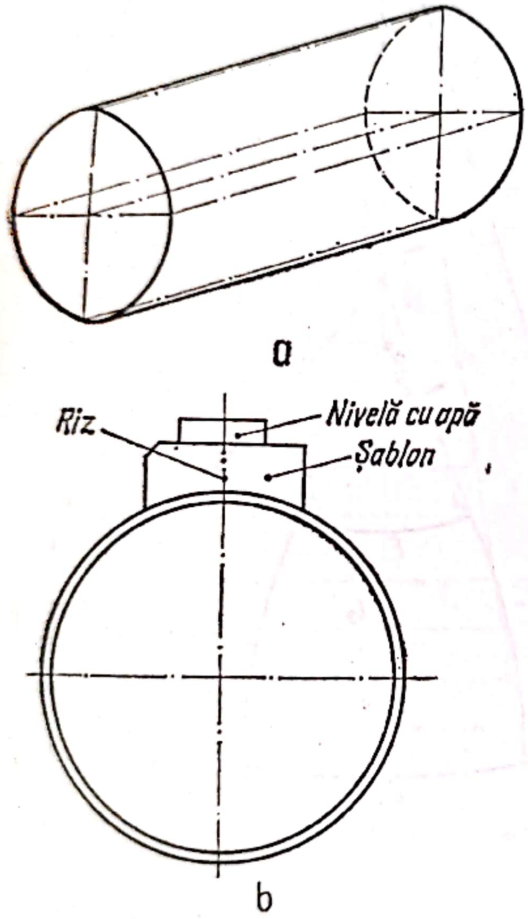


Fig. 9.6

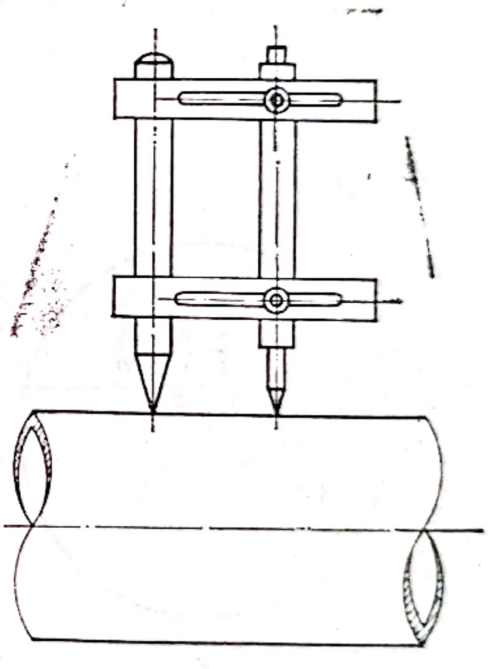


Fig. 9.7

După trasarea unei generatoare cu șablonul descris, se înseamnă și celelalte generatoare prin împărțirea circumferinței exterioare în patru părți egale.

Dacă la corpul recipientului se sudează un racord, trebuie trasată linia de intersecție. În acest scop se utilizează compasul special din fig. 9.7 (sau cel arătat în fig. 7.33, *e*). Acul poate să urmărească suprafața virolei prin deplasarea pe verticală a tijei.

Scanned with OKEN Scanner

9.3. *Trasarea rezervoarelor sferice*

Se dau indicații asupra trasării rezervoarelor sferice de 1 000 m³ confecționate din segmenți, dispuși în opt zone delimitate de plane paralele. La extremități sînt prevăzute două calote sferice.

Diametrul interior al rezervorului este de 12 400 mm.

Segmenții sînt trasați pe tablă plană după care se bombează prin presare la calapod.

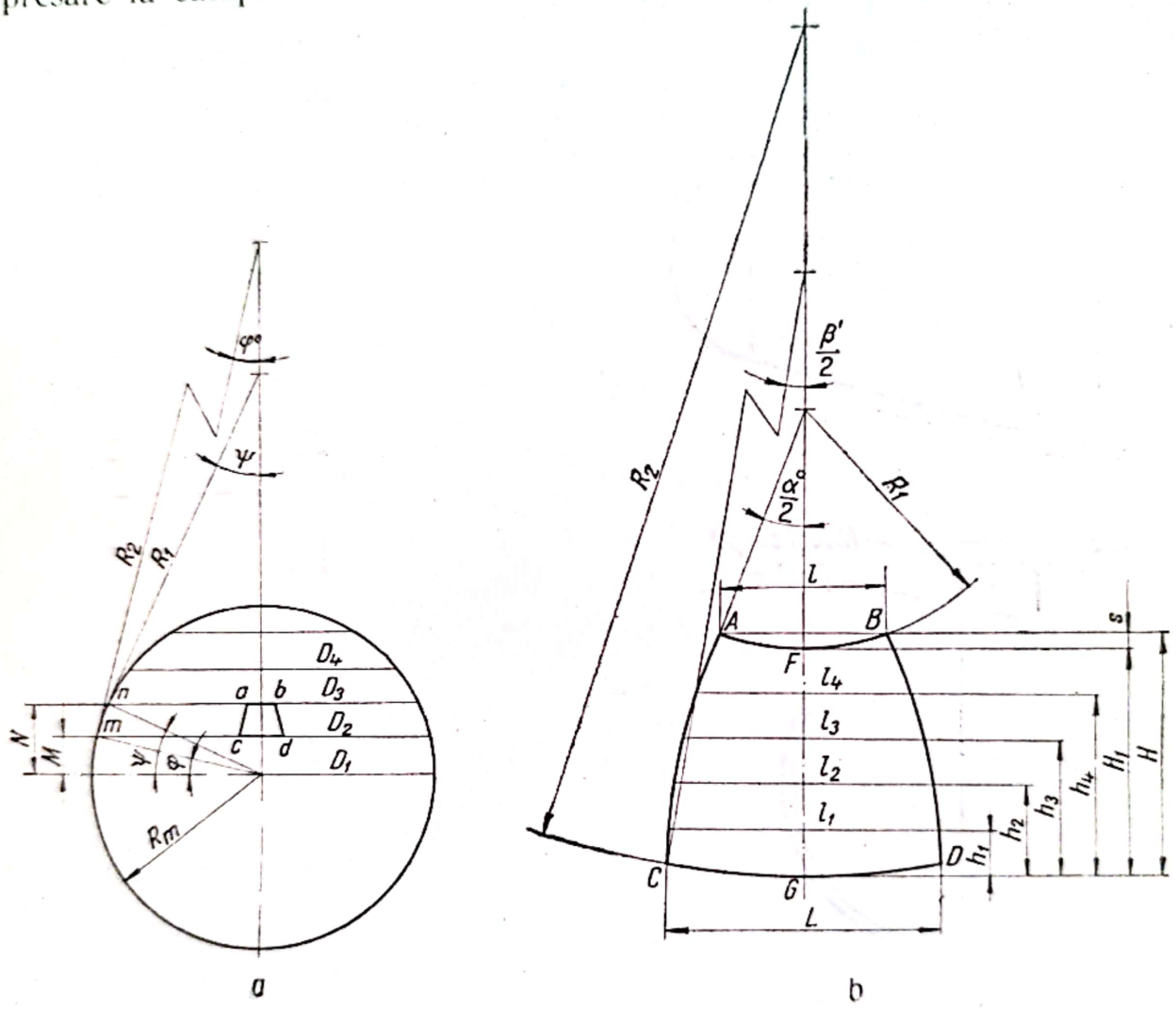


Fig. 9.8

În fig. 9.8, *a* este arătată schița unui rezervor sferic cu cote pentru explicarea sistemului de cote al desenului pentru trasajul unui segment (fig. 9.8, *b*).

În calculele făcute pentru determinarea cotelor de trasaj se ia în considerare diametrul mediu al rezervorului:

$$D_m = D_1 + g,$$

g fiind grosimea.

Scanned with OKEN Scanner

Razele R_1 și R_2 ale laturilor inferioare și superioare ale segmentului (fig. 9.8, *a*) sînt egale cu lungimea tangentelor la cerc în punctele *m* și *n*. Mărimea lor se calculează astfel:

$$\sin \varphi = \frac{M}{R_m}; \qquad R_1 = R_m \operatorname{ctg} \varphi;$$

$$\sin \psi = \frac{N}{R_m}; \qquad R_2 = R_m \operatorname{ctg} \psi,$$

unde $R_m = 0{,}5\ D_m$.

Lungimea AB a arcului trasat cu raza R_1, este egală cu lungimea arcului ab măsurată în planul paralel

$$\overset{\frown}{AB} = \overset{\frown}{ab} = \frac{\pi D_3}{n},$$

în care D_3 este diametrul mediu măsurat în planul paralel;

n — numărul de segmente al zonei respective.

Cunoscîndu-se raza și lungimea arcului se poate determina:

— unghiul α

$$\alpha^\circ = \frac{180\ \overset{\frown}{AB}}{\pi R_1};$$

— săgeata

$$s = R_1\left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right);$$

— coarda

$$l = 2R_1 \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Înălțimea H_1 cuprinsă între punctele G și F, este egală cu lungimea *mn* măsurată pe cercul cu raza R_m:

$$H_1 = \overset{\frown}{mn} = \pi R_m \frac{\psi^\circ - \varphi^\circ}{180^\circ}$$

iar $H = H_1 + s$.

Pentru arcul trasat cu raza R_2:

$$\overset{\frown}{CD} = \overset{\frown}{cd} = \frac{\pi D_2}{n};$$

$$\beta^\circ = \frac{180\ \overset{\frown}{CD}}{\pi R_2};$$

$$L = 2R_2 \sin \frac{\beta}{2}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Celelalte două laturi sînt tot curbilinii. Forma lor este determinată prin perechile de cote l_1, h_1; l_2, h_2 etc.

Fiecare pereche de cote se calculează cu aceleași metode prin care s-au determinat cotele l, L și H.

9.4. *Trasarea unui rezervor paralelipipedic*

În fig. 9.9 se arată o vedere de sus și secțiunea longitudinală printr-un rezervor cu dimensiunile 1 800 × 1 000 × 800 mm. La execuție se folosește tablă de 6 mm și fier cornier 70 × 70 × 11 mm.

Mantaua se compune din două jumătăți asamblate prin nituire la mijlocul celor două laturi longitudinale. Se va trasa deci o jumătate de manta care va servi apoi drept șablon pentru trasarea celei de-a doua.

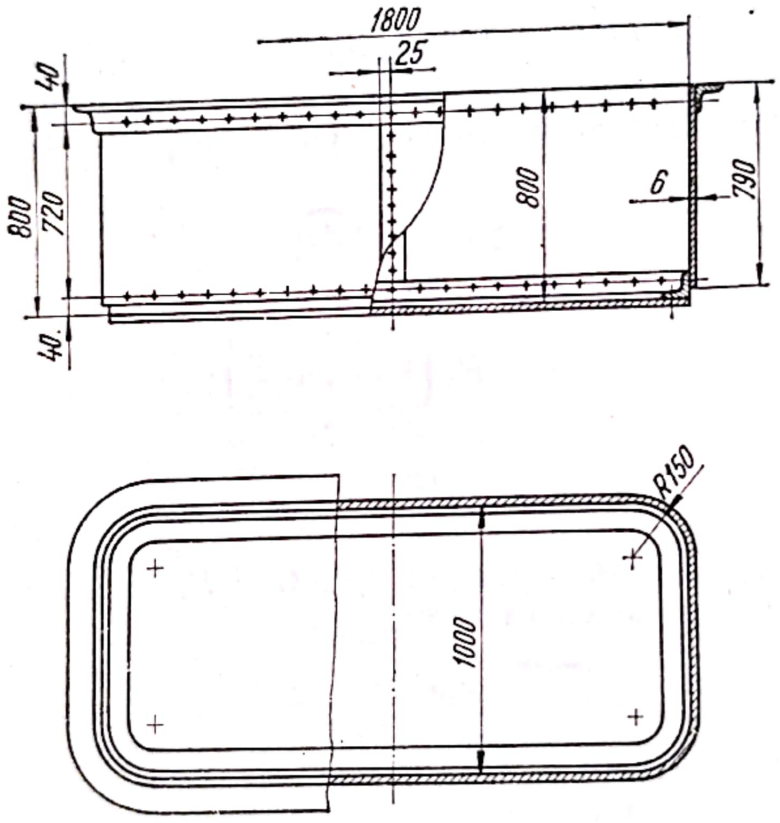


Fig. 9.9

Din schiță se calculează lungimea totală a tablei egală cu perimetrul fibrei medii:

$$L_t = 2(L + l) - 8R + 2\pi(R + g) = 2(1\,800 + 1\,000) -$$
$$- 8 \times 150 + 2 \times 3{,}14(150 + 6) = 5\,380 \text{ mm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Deoarece rezervorul se confecţionează din două jumătăţi, lungimea fiecărei mantale va fi jumătate din lungimea totală:

$$L_M = 0{,}5 \times 5\,380 = 2\,690 \text{ mm.}$$

La aceasta se adaugă un surplus, pentru suprapunerea marginii, de 50 mm. Tabla necesară va avea lungimea de 2 740 mm şi lăţimea de 790 mm (fig. 9.10).

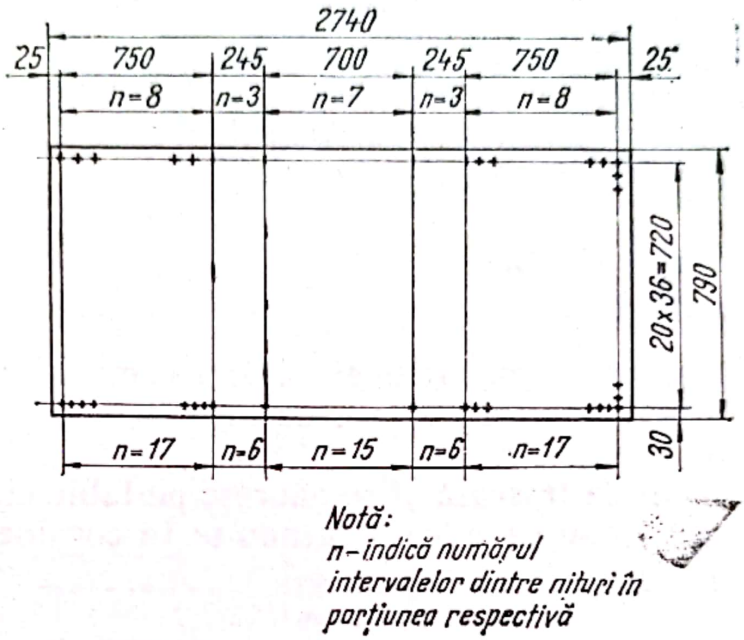


Fig. 9.10

După tăierea tablei la dimensiunea necesară se trasează axele găurilor de nituri.

Axele longitudinale se trasează la distanţa de 40 mm faţă de marginea superioară şi 30 mm faţă de marginea inferioară. Axele niturilor care asamblează cele două jumătăţi ale mantalei se trasează la 25 mm distanţă de la margine (fig. 9.10).

Trebuie trasate, de asemenea, liniile care marchează porţiunile drepte şi curbe ale mantalei. Aceste linii vor fi paralele cu axele niturilor cusăturii mediane.

Porţiunile rectilinii ale rezervorului sînt:

— longitudinal 1 800 —2 × 150 = 1 500 mm;
— transversal 1 000 — 2 × 150 = 700 mm.

Porţiunea curbă de la colţuri va avea lungimea:

$$\frac{2\pi(150+6)}{4} = 245 \text{ mm.}$$

Scanned with OKEN Scanner

Deoarece în partea de jos nituirea trebuie să asigure etanșeitatea, sînt prevăzute 63 de nituri. În partea de sus sînt numai 31 de nituri, care vor asigura numai rezistența rezervorului. Asamblarea celor două mantale se face prin 21 de nituri.

Cele două rame din cornier se curbează la cald. Rama superioară după conturul exterior, iar cea inferioară după conturul interior al rezervorului. Fiecare ramă este confecționată din două jumătăți sudate. Găurile pentru nituri se trasează după cele ale mantalelor.

Găurile niturilor după aripa orizontală a ramei inferioare se înseamnă transpunînd axele celor de pe aripa verticală a ramei.

Fundul rezervorului se confecționează din tablă de 10 mm. Conturul lui se trasează după rama inferioară. Găurile de nit ale fundului se trasează după găurile corespunzătoare ramei.

9.5. *Trasarea unei căldări cu două țevi de foc*

În fig. 9.11 este dat desenul unei căldări compuse din: trei virole cilindrice, o virolă conică, două țevi de foc din tablă ondulată, două funduri bombate și un dom.

Găurile pentru nit se trasează și se găuresc pe table cînd acestea sînt plane. Lățimea tablei se calculează luîndu-se în considerare diametrul mediu $D_m = D_i + g$.

Virola 1 și *3*

Lungimea virolei 2 546 mm.

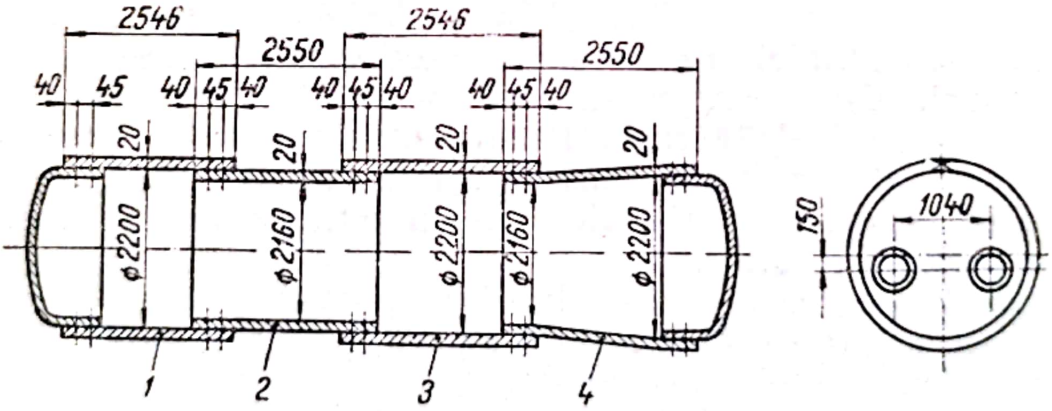


Fig. 9.11

Lățimea tablei:

$$l = 3{,}14(2\,200 + 20) = 6\,977 \text{ mm}.$$

Paralel cu cele două laturi lungi ale tablei se trasează cîte două linii la distanțele de 45 mm și 40 mm, care corespund șirurilor de găuri pentru nit, după cum se vede în fig. 9.12.

Scanned with OKEN Scanner

Liniile dinspre exterior vor fi divizate în 72 de părți, corespunzător numărului de nituri din șir.

Găurile de nit sînt dispuse alternativ în două șiruri alăturate. După divizarea unui șir, trasajul se transpune pe linia alăturată cu ajutorul unui compas după metoda din fig. 9.12. Cu centrul în punctul *A* se trasează arce de cerc care intersectează linia *II*, determinînd punctele *a* și *b*. Raza compasului se alege astfel ca trasînd cu centrul în *B*, linia *II* să fie intersectată în același punct *b*.

Paralel cu laturile mici se trasează două linii dispuse la 75 și 150 mm de la margine, pentru găurile de nituri care închid virola, care se divizează tot alternativ în 24 de părți.

Foarte importantă este trasarea liniei de montare pe o generatoare care se continuă pe toate virolele, la partea superioară. Această linie servește ca reper la montajul căldării.

Virola 2

Virola 2 are diametrul exterior egal cu diametrul interior al virolelor *1* și *3*.

Găurile de nit corespund cu cele de pe virolele alăturate, distanța dintre ele fiind însă mai mică, deoarece se împarte în 72 de părți o lungime mai mică.

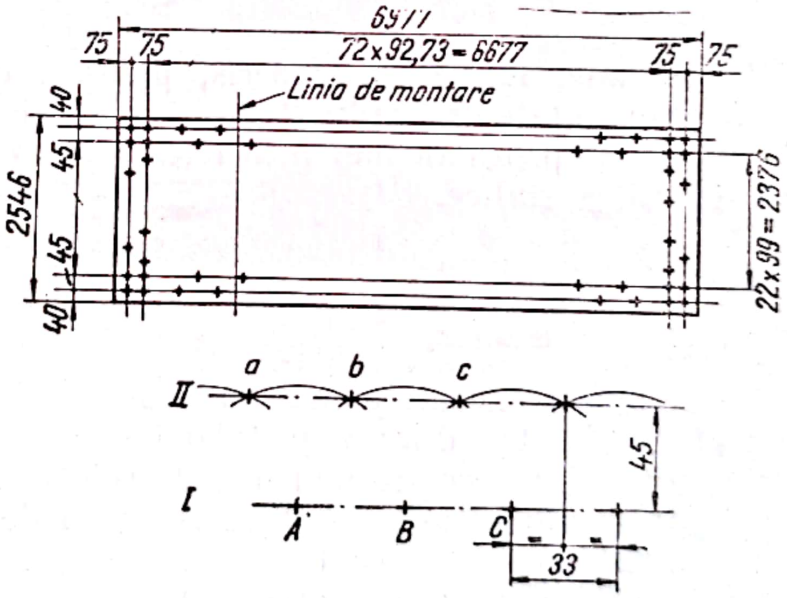


Fig. 9.12

Linia de montare se trasează la celălalt capăt față de virolele vecine, pentru ca locul de îmbinare să fie situat în partea opusă.

Virola 4

Virola conică are forma unui trunchi de con. Cele două laturi lungi ale tablei sînt curbilinii.

Scanned with OKEN Scanner

Lungimea laturii curbe mai mici este egală cu aceea a virolei 2, iar lungimea laturii curbe mari cu a virolei *1*.

Fundurile

La ambele funduri se duc cele două axe perpendiculare în funcție de găurile pentru țevile de foc. Se introduc în cele două găuri centre false. După determinarea centrului celor două găuri, se înseamnă pe o linie jumătatea distanței dintre ele. Cu ajutorul unor arce de cerc trasate din centrul găurilor se determină un punct prin care va trece axa verticală.

Mai ușor este procedeul de trasare a celor două axe, și apoi a centrelor găurilor.

10

Trasarea construcțiilor metalice

Construcțiile de hale, ferme de acoperiș, planșee, cadre, poduri, instalații de ridicat executate din profile laminate, grinzi cu inima plină sau cu zăbrele asamblate prin buloane, nituri sau sudură sînt denumite în general construcții metalice.

10.1. *Reprezentarea pe desen a construcțiilor metalice*

Desenele sînt de obicei executate într-o singură proiecție. În cazul unor schelete metalice pentru diferite instalații (cărucioare de poduri rulante, șasiuri, cadre) sînt necesare mai multe proiecții.

Pe desenul de anasmblu nodurile sînt desenate ca detalii, cu toate cotele necesare pentru trasaj și execuție. Sînt indicate axele pieselor componente și punctul lor de concurență (nodul teoretic).

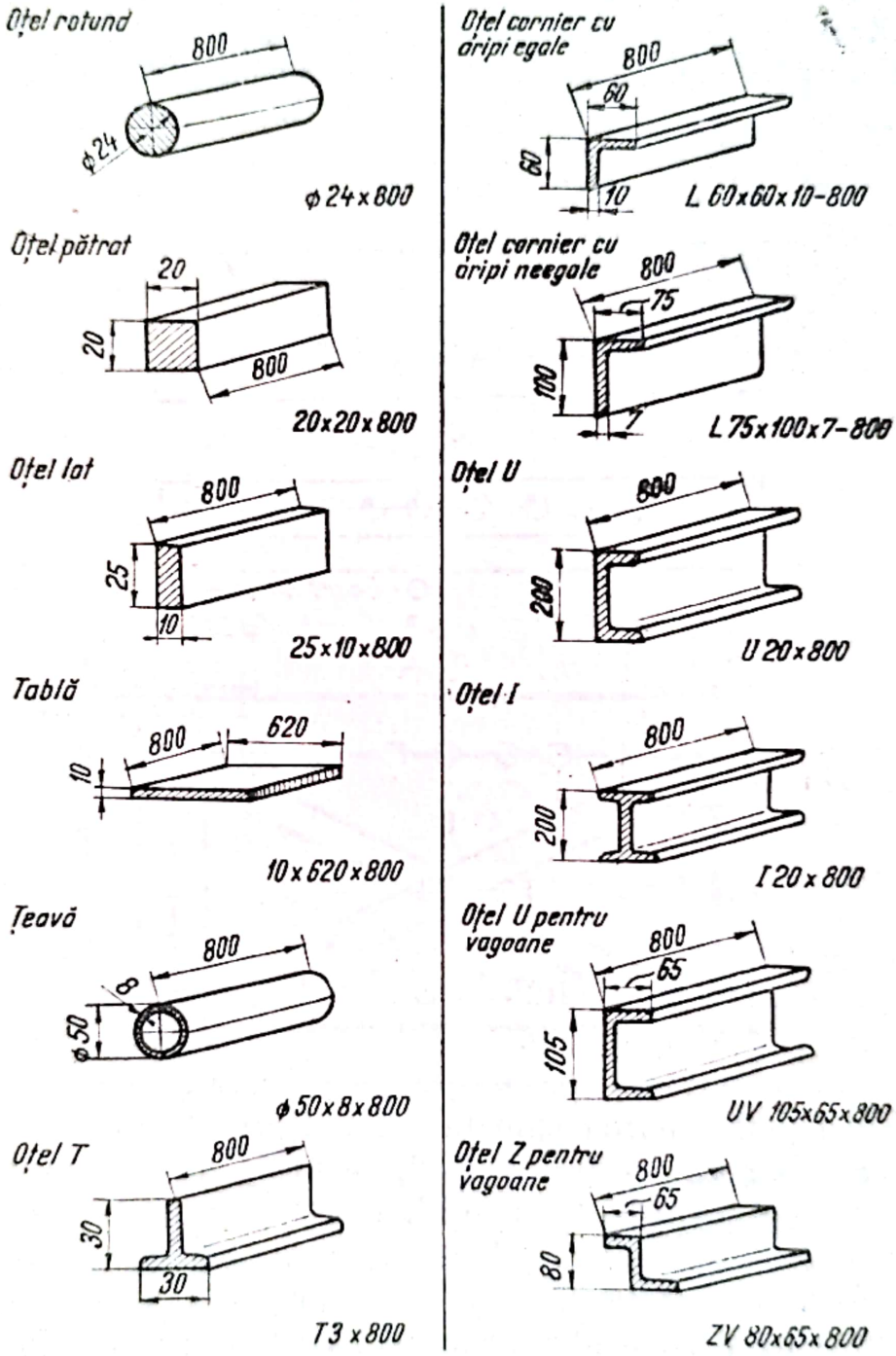
În desene, profilele de oțel laminat se reprezintă de cele mai multe ori într-o singură proiecție (vedere longitudinală).

Profilul se notează lîngă proiecția barei cu o linie de indicație terminată pe profil cu un punct sau o săgeată, scrisul notației fiind pe cît posibil paralel cu baza desenului. În tabelul 10.1 sînt arătate notațiile conform STAS ale profilurilor întîlnite mai des în construcții metalice. Dacă două profile identice au proiecțiile suprapuse, se pune cifra 2 înaintea notației

Scanned with OKEN Scanner

profilului. Dedesubtul notației profilului se indică poziția din tabelul de componență a profilului respectiv prin litera *P* urmată de numărul corespunzător.

Tabelul 10.1



Găurile niturilor se pot indica cu cercuri simple sau haşurate, sau numai prin două axe perpendiculare. Dacă în desenul unei construcții metalice se utilizează nituri de diametre diferite, atunci pentru fiecare

Scanned with OKEN Scanner

dimensiune se utilizează un simbol deosebit, a cărui explicație este dată într-o notă sau tabel în partea de jos a desenului.

Cînd sînt mai multe găuri cu același diametru situate pe aceeași axă, dimensiunea se notează numai la prima și ultima gaură. Într-un șir de găuri identice, la distanțe egale una de alta, semnele de cotă se scriu prescurtat: spre exemplu dacă pe o axă sînt 5 găuri distanțate cu 60 mm

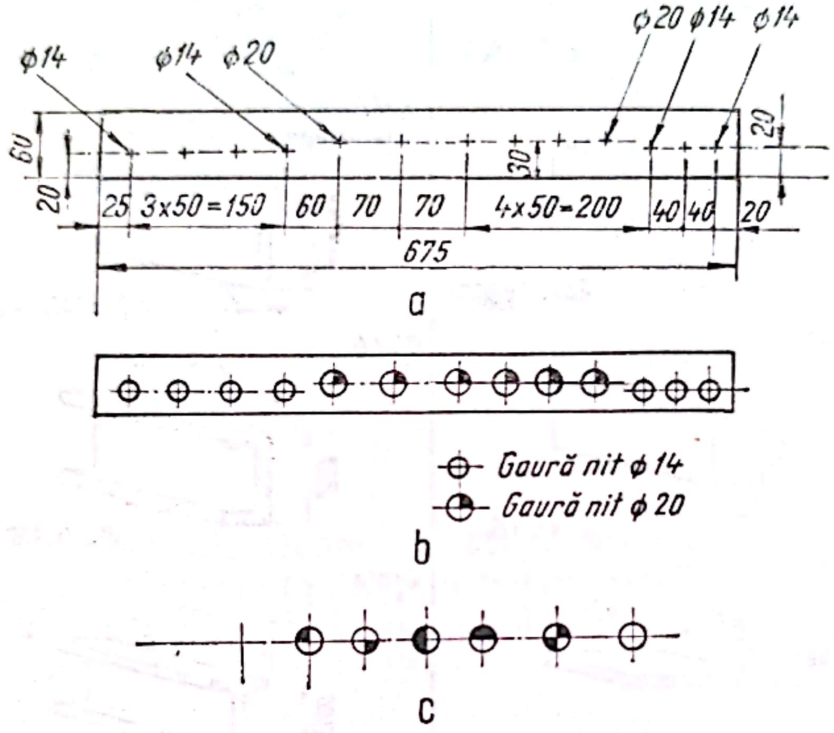


Fig. 10.1

(patru intervale) se va duce o linie de cotă de la prima la ultima gaură pe care se va scrie: $4 \times 60 = 240$.

În fig. 10.1 *a* se poate vedea sistemul de cotare al găurilor pentru nit într-un sistem de cotare completă a unei benzi. În fig. 10.1 *b* diametrele găurilor sînt notate prin simboluri, iar în fig. 10.1 *c* sînt date cîteva simboluri utilizate pentru indicarea diametrelor găurilor de nit.

Pe lîngă desenul propriu zis al construcției metalice cu detaliile respective se dă o reprezentare schematică, denumită și rețea de cote. Dimensiunea se scrie lîngă elementul respectiv fără linii de cote. Cotele reprezintă distanțele între noduri (punctele de întîlnire ale axelor profilelor).

În fig. 10.2 este prezentată o construcție metalică spațială iar în fig. 10.3 o parte a desenului de execuție.

Scanned with OKEN Scanner

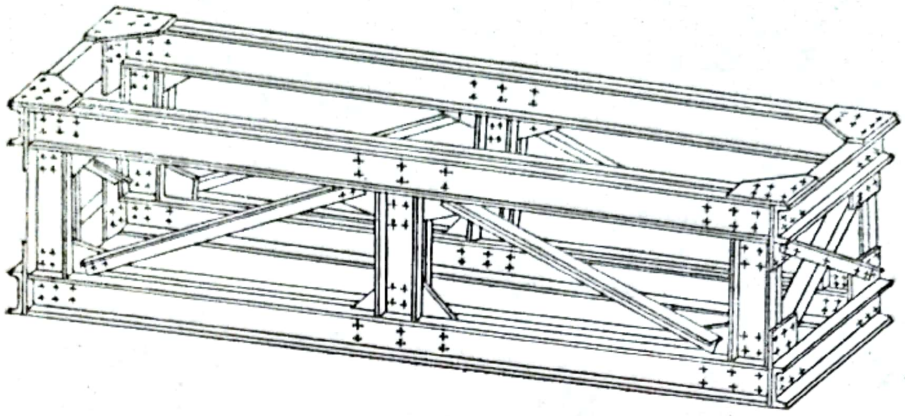


Fig. 10.2

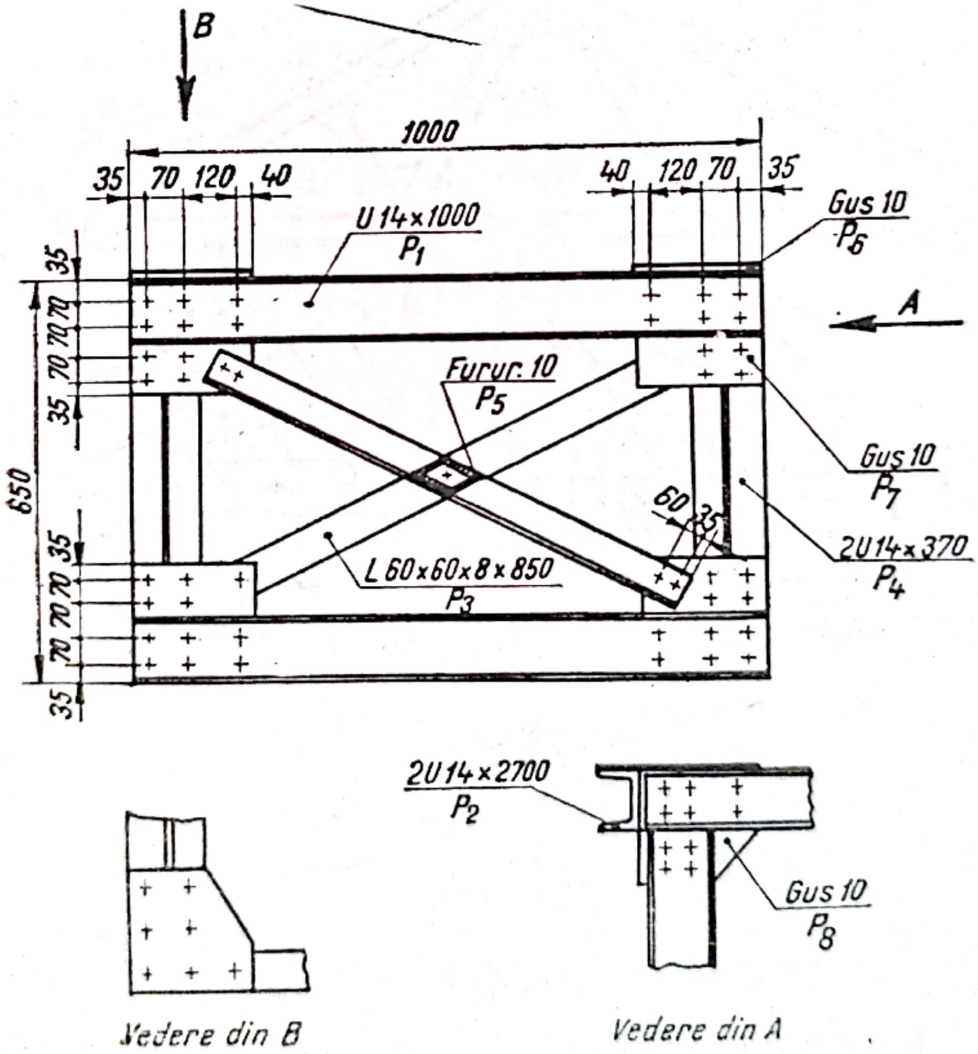


Fig. 10.3

10.2. *Trasarea unei ferme*

În fig. 10.4 se dă un exemplu de reprezentare al unei ferme metalice construită din profile cornier utilizată la acoperirea halelor.

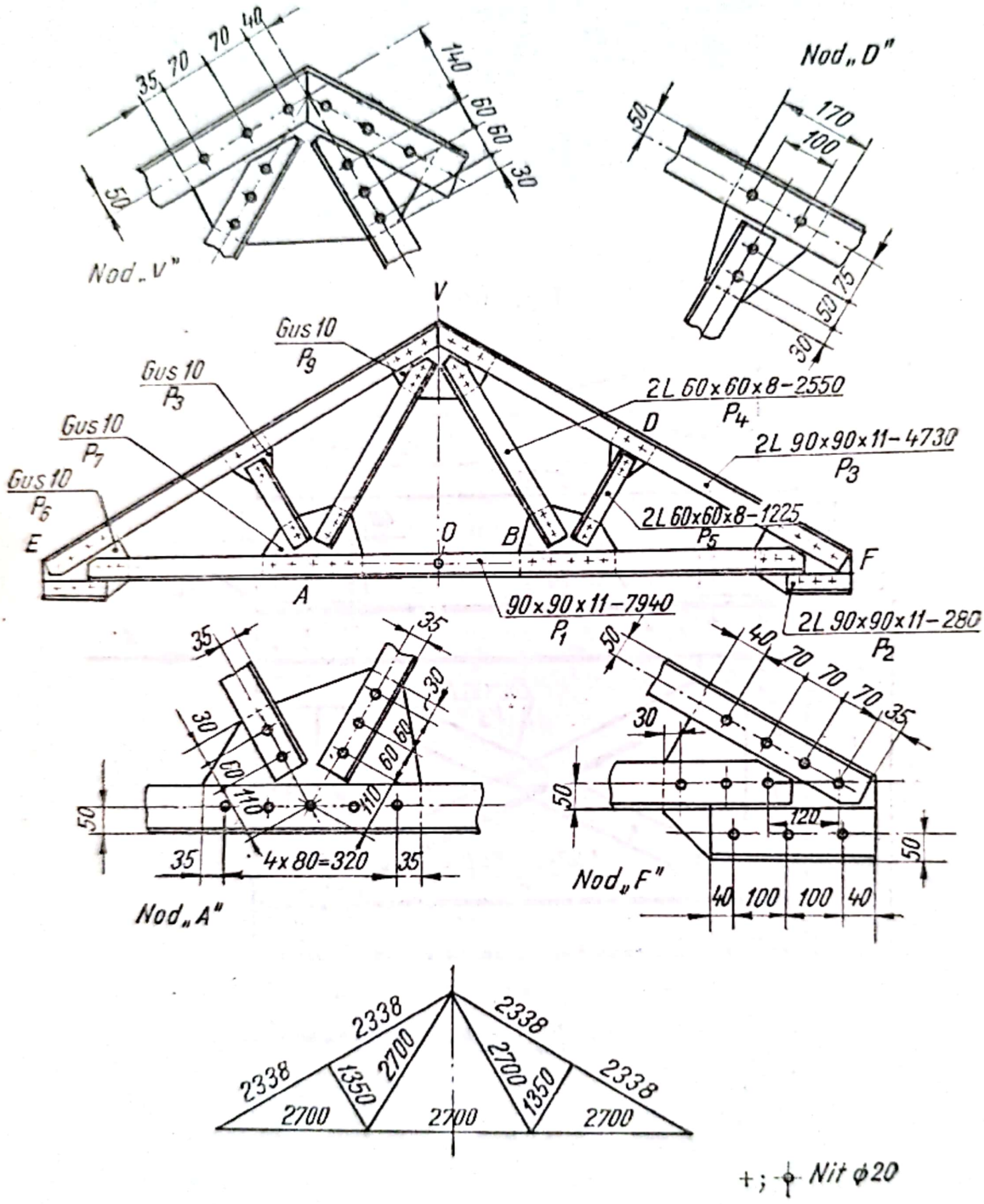


Fig. 10.4

Pentru trasarea acestor ferme se studiază desenul de ansamblu, rețeaua de cote și desenele de detalii. Acest studiu trebuie făcut cu atenție pentru

Scanned with OKEN Scanner

a se înțelege întreaga construcție metalică, atît în ceea ce privește îmbinarea diferitelor părți componente ale fermei, cît și modul de legătură a fermei cu celelalte părți componente ale halei.

În desen sînt date detaliile pentru cele patru tipuri de noduri.

Prin trasarea fermei se înțelege trasare individuală a fiecărui element component: profile, fururi, guseuri. Pentru trasator se pune problema de a stabili cu exactitate lungimea profilelor, unghiul la care se taie profilele la capete, forma guseelor și fururilor. Poziția găurilor pentru nituri trebuie determinată cu precizie, astfel ca la montare ferma să poată fi asamblată fără retușări la cotele indicate.

Șablon

Fig. 10.5

Trasarea profilelor. În exemplul prezentat se trasează lungimea tuturor cornierelor după cotele indicate în desen. Se trasează apoi axa găurilor la distanța necesară, luînd ca bază de măsurare muchia cornierului. Trasarea se face cu compasul mixt (fig. 7.7) sau cu un ac de trasaj și lineal. Distanța între găuri se înseamnă cu un compas cu vîrfuri. Trasajul pe lungime și centrele găurilor se marchează cu punctatorul, cu ajutorul unui șablon (fig. 10.5).

Trasarea fururilor. Fururile sînt plăci de tablă ce se montează între două profile distanțate. Pe desenul de execuție, fururile se pun în evidență prin hașurarea unui cordon îngust care va marca conturul fururii respective. Trasajul se execută direct pe tabla folosită la confecționarea fururii. Se înseamnă conturul și centrele găurilor care apoi se marchează prin punctare.

Trasarea guseelor. Guseele sînt elemente de forma unor plăci situate la îmbinarea profilelor (nodurilor) construcțiilor metalice. Dimensiunile lor rezultă din desenul de execuție.

Trasarea guseelor se execută direct pe tabla din care se confecționează, după șablon sau prin trasare individuală. În cazul trasării individuale a guseelor, se trasează la o scară convenabilă (1 : 5; 1 : 10) rețeaua de cote din jurul nodului pentru determinarea direcției axelor găurilor de nit.

Se va urmări mai jos trasarea guseului $\frac{Gus\,10}{P_9}$ al fermei din fig. 10.4.

Trasajul se execută pe o tablă de 10 mm grosime. Rețeaua de cote se execută la scara 1 : 10. Se trasează două linii perpendiculare $x—x$ și $y—y$, care reprezintă baza și axa de simetrie a fermei (fig. 10.6). Pe linia y se înseamnă un punct V la distanța de 233,8 mm, de la axa $x—x$, care va reprezenta nodul situat la 2 338 mm de la bază. Din punctul O se înseamnă în stînga și dreapta distanța de 135 mm. Aceste puncte notate cu A și B se unesc prin linii cu punctul V. Cu centrele în A și B se trasează arce de cerc cu raza de 135 mm în direcția contrafișelor. Cu centrul în punctul V se trasează două arce de cerc cu raza de 233, 8 mm,

Scanned with OKEN Scanner

care vor intersecta arcele trasate din centrele *A* și *B*. Punctele *C* și *D* determinate astfel se vor uni cu centrul *V*. S-au determinat în acest fel axele găurilor de nit ce se vor trasa pe guseu.

Din punctul *V* se înseamnă distanțele 40; 70; 70; 35 mm pe linia *VD* și 140; 60; 30 mm pe linia *VA*. Aceste cote determină poziția găurilor de nit față de nodul *V* pe cele patru direcții.

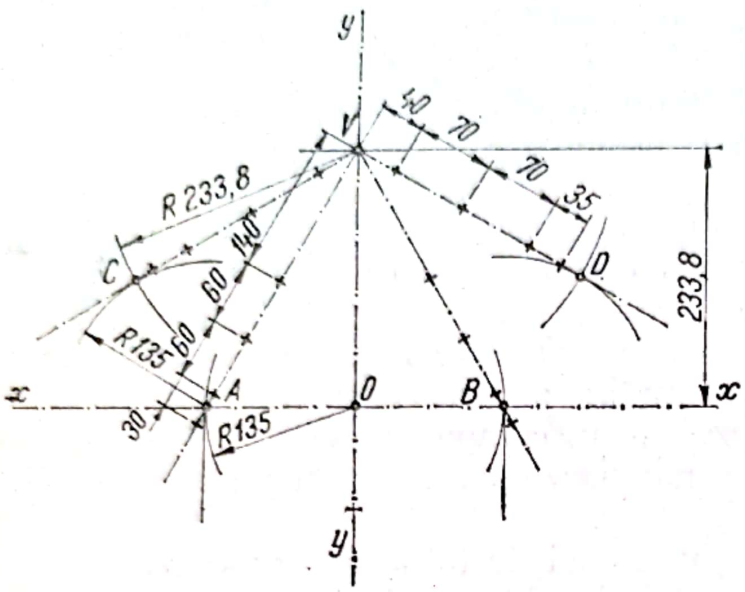


Fig. 10.6

Conturul guseului se trasează astfel:

— se duc paralele la direcțiile *CV* și *DV* la o depărtare de 50 mm, care determină marginile superioare ale guseului;

— pe direcțiile *VA*; *VB* și respectiv *VC*; *VD* se înseamnă distanțele 30, respectiv 35 mm care reprezintă depărtarea conturului guseului pînă la găurile de nit (v. fig. 10.4 *Nod V*);

— prin aceste puncte se duc perpendiculare pe axul profilelor a căror lungime va fi limitată chiar de muchiile profilelor;

— se unesc capetele perpendicularelor trasate la punctul C, încheindu-se astfel trasarea întregului contur.

11

Trasarea în construcții navale

11.1. *Nomenclatura și mărimile caracteristice ale corpului navei*

La construcția unei nave, lucrările din atelierul de trasaj (sau sala de trasaj) constituie faza inițială și una din etapele cele mai importante. Datorită complexității corpului navei și pentru a fi înțelese mai bine

Scanned with OKEN Scanner

lucrările de trasaj, în tabela 11.1 se dau denumirile, notația prescurtată, definiția și schița principalelor componente ale nomenclaturii, precum și a mărimilor caracteristice ale corpului navei.

11.2. *Trasarea clasică în construcții navale*

11.2.1. *Sala de trasaj*

Dată fiind complexitatea lucrărilor ce se execută în sala de trasaj (trasarea planului de forme al navei, executarea modelului corpului navei, lucrări de desfășurate, confecționarea șabloanelor și a machetelor etc.) și importanța acestora pentru confecționarea, asamblarea și montarea părților componente ale corpului navei la un nivel calitativ corespunzător, sala de trasaj trebuie să fie amplasată fie în imediata apropiere a atelierului de construcție, într-o clădire separată, fie deasupra lui. Indiferent unde este amplasată, construcția sălii de trasaj trebuie să fie astfel făcută încît să nu aibă stîlpi de susținere intermediari și să fie suficient de luminată în mod natural, încît la trasare să nu se formeze umbre.

Dimensiunile sălii de trasaj trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

— înălțimea sălii de trasaj în părțile ei laterale trebuie să fie de minimum 3,5 m, încît în orice situație să poată permite construirea machetelor și asamblarea acestora;

— lungimea și lățimea ei trebuie să asigure trasarea normală a planului de forme pentru diferitele tipuri de nave ce urmează a se construi în șantierul respectiv, ținîndu-se seama că planul de forme al navei se trasează în mărime naturală pe planșeul sălii de trasaj în cele trei plane de proiecție;

— să permită existența unor spații pentru plasarea meselor de lucru, a dulapurilor pentru scule, a locurilor de trecere și a celorlalte instalații ale sălii de trasaj;

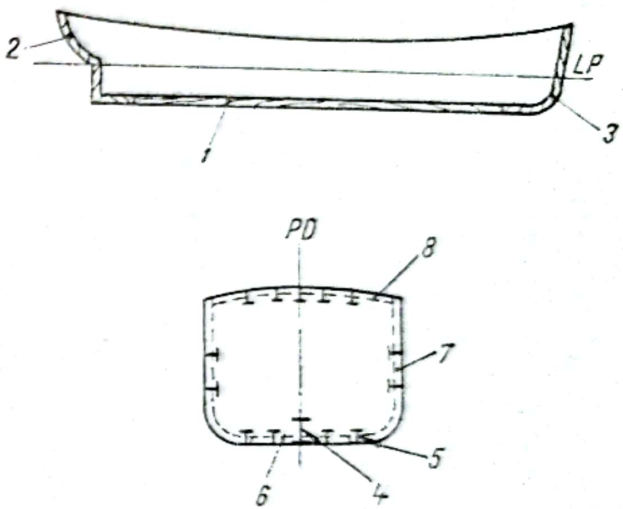
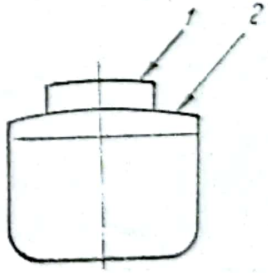
— să permită existența unui mic atelier dotat cu mașini-unelte corespunzătoare.

Așa cum s-a arătat în capitolul 6, planșeul sălii de trasaj trebue să fie neted și bine nivelat în toate direcțiile, fără intersecții, cioturi sau alte defecte.

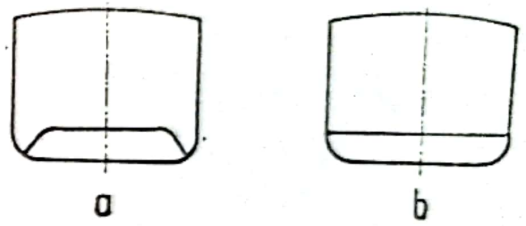
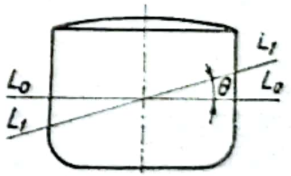
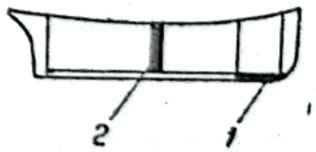
Pentru a se putea lucra și noaptea sala va fi luminată corespunzător, avînd instalate lămpi electrice portative care să poată fi deplasate în orice direcție, fără să provoace umbre.

Scanned with OKEN Scanner

Nomenclatura și mărimile caracteristice ale corpului navei — *Tabelul 11.1*

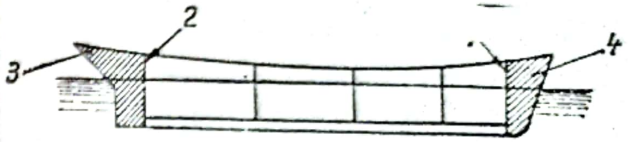
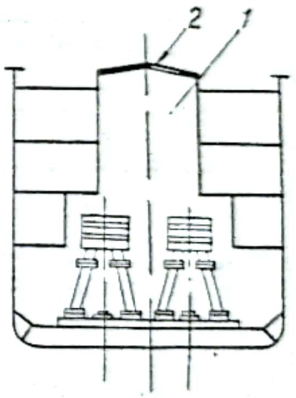
Denumirea	Notația prescurtată	Definiția	Schița
B. Nomenclatura corpului navei			
1. Osatura navei: — longitudinală, compusă din: chila *1*, etravă *2*, etamboul *3* și carlingi (centrală *4*, laterală *5*, — transversală, compusă din: varange *6*, coasta *7*, traversa *8*		Sistemul de elemente asamblate rigid între ele ce constituie structura de rezistență a corpului navei ce e învelit cu table de oțel, aliaje de aluminiu, lemn	
2. Punte — superioară *1* — inferioară *2* — intermediară (de comandă, de manevră etc.)		Planșeu din lemn sau metalic care închide corpul unei nave la partea superioară	
Selatura punții, *1*		Curba rezultată din intersecția longitudinală a punții principale cu bordajul	

Scanned with OKEN Scanner

Curbura longitudinală, *2* Curbura transversală, *3*		Intersecția planului diametral cu puntea principală Curbura transversală a punții principale în corespondența secțiunii maestre	
3. Dublul fund — cu marginile înclinate (fig. *a*); — cu marginile drepte (fig. *b*)	*df*	Spațiul cuprins între fundul navei și învelișul plafonului dublului fund	
4. Unghiul de înclinare longitudinală sau unghiul de asietă	φ	Unghiul format între suprafața de plutire $L_0 - L_0$, cînd nava se găsește în poziția de plutire normală și suprafața de plutire $L_1 - L_1$, cînd nava este înclinată în spre prova sau în spre pupa	
5. Unghiul de înclinare transversală	θ	Unghiul format între suprafețele de plutiri $L_0 - L_0$ și $L_1 - L_1$ cînd nava suferă înclinări transversale	
6. Tancuri — structurale (fac parte integrantă din corpul navei, *1*; — nestructurale (cu posibilități de demontare) *2*		Rezervoare pentru depozitarea diferitelor lichide	

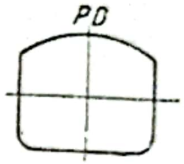
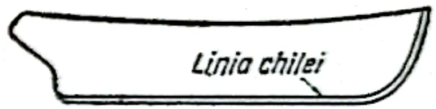
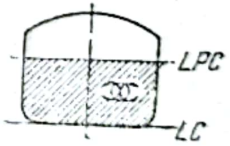
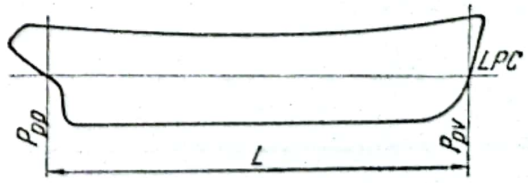
Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 11.1 (continuare)

Denumirea	Notaţia prescurtată	Definiţia	Schiţa
7. Pereţi despărţitori — transversali *1* şi *2* — longitudinali, *3* şi *4*		Elemente constructive care compartimentează corpul navei în lungime şi în lăţime.	
8. Deschideri în punţi şi bordaj: — şahturi sau puţuri de maşini, *1*;		Deschideri mari în punţi, *1*, prevăzute în dreptul compartimentului maşini	
— ochiuri de punte, *2*;		Deschideri mici în punte prevăzute cu sticlă pentru iluminarea anumitor încăperi de sub punte	
— hublouri		Ferestre care închid ermetic orificiile rotunde din bordajul sau din pereţii suprastructurilor, în scopul iluminării şi aerisirii naturale a compartimentului	
— suprastructurile		Construcţii care se ridică deasupra punţii principale continue a navei	

Scanned with OKEN Scanner

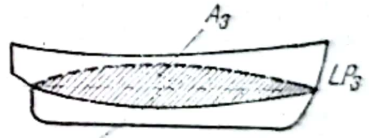
B. Elemente teoretice ale corpului navei

1. Planul diametral	*PD*	Planul longitudinal ce împarte nava în două părţi simetrice	
2. Linia chilei		Linia conţinută în *PD* şi care urmăreşte conturul interior al chilei	
3. Linia de bază	*LB*	Dreapta conţinută în planul diametral paralelă cu linia de plutire de construcţie care trece prin punctul de intersecţie al secţiunii maestre cu linia chilei	
4. Linia de construcţie	*LC*	Linia de bază *LB*, rabătută cu 90°	
5. Linia de plutire de construcţie	*LPC*	Linia de plutire corespunzătoare pescajului *T* (vezi schiţa de la punctul *D* din prezentul tabel)	
6. Perpendicularele extreme ale navei	P_{pv} P_{pp}	Perpendiculare ridicate pe planul de plutire de construcţie şi conţinute în planul diametral, care trec prin punctele stabilite de Registrele de clasificare *) *L* — lungimea între perpendiculare	

*) Instituţia care elaborează regulamentele de construcţie şi clasificare a navelor şi supraveghează respectarea lor, se numeşte „Registru de clasificare a navelor“,

Scanned with OKEN Scanner

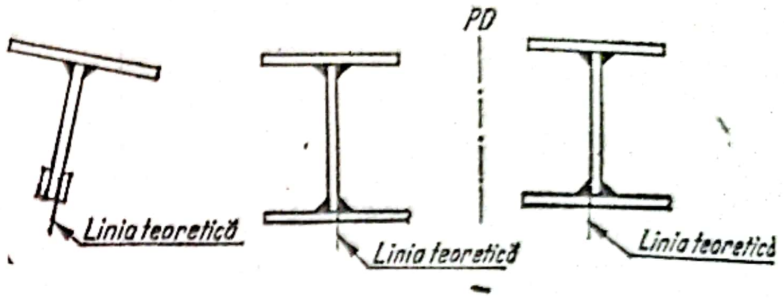
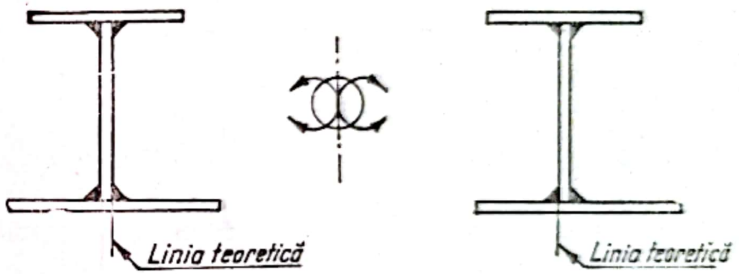
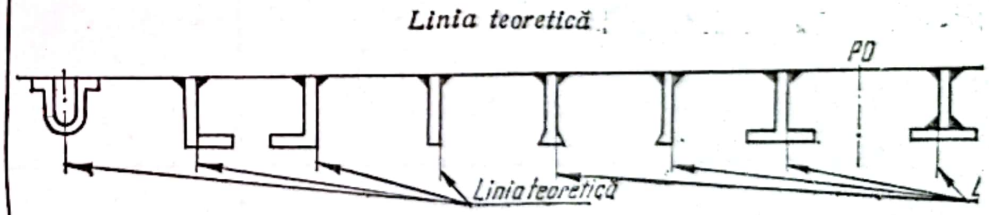
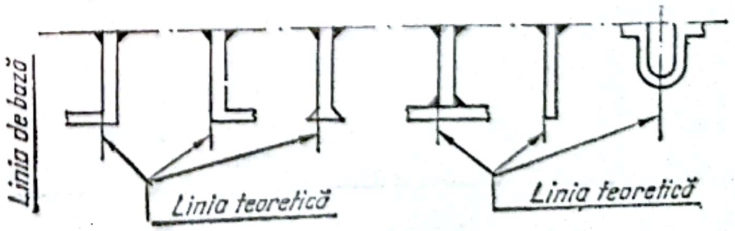
Tabelul 11.1 (continuare)

Denumirea	Notatia prescurtată	Definiţia	Schiţa
7. Secţiunea maestră sau cuplul maestru		Secţiunea transversală a carenei de suprafaţă maximă, boţinută prin intersectarea carenei cu un plan perpendicular pe planul diametral	
8. Planul de plutire		Suprafaţa apei liniştite în care pluteşte nava	
9. Linia de plutire	LP_0, LP_1 etc.	Linia de contur rezultată din intersecţia carenei cu un plan paralel cu planul de plutire	
10. Suprafaţa de plutire (plutirea)	A_3	Suprafaţa închisă de linia de plutire	

C. Liniile teoretice ale detaliilor constructive

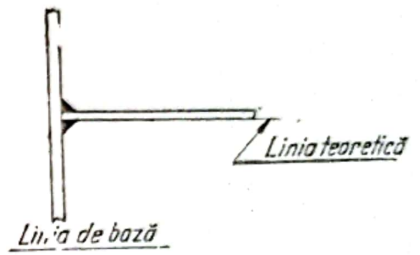
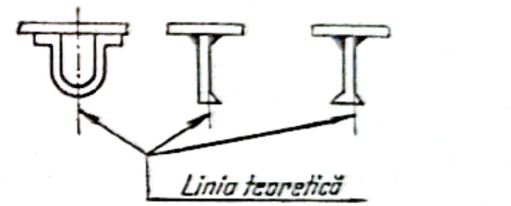
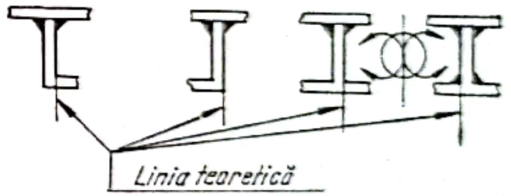
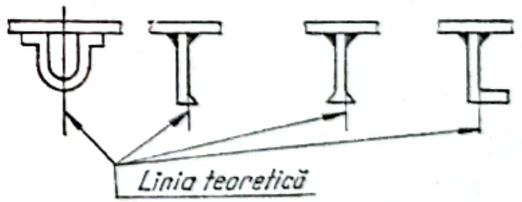
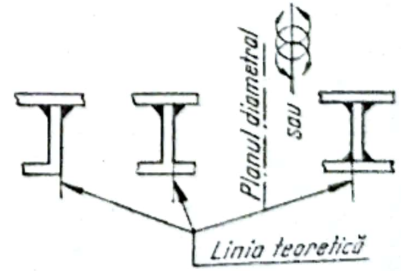
1. Linia teoretică		Element convenţional de referinţă stabilit în vederea realizării unor măsurări corecte, atît la montarea diferitelor elemente structurale ale corpului navei, cît şi la controlul montării acestora.

Scanned with OKEN Scanner

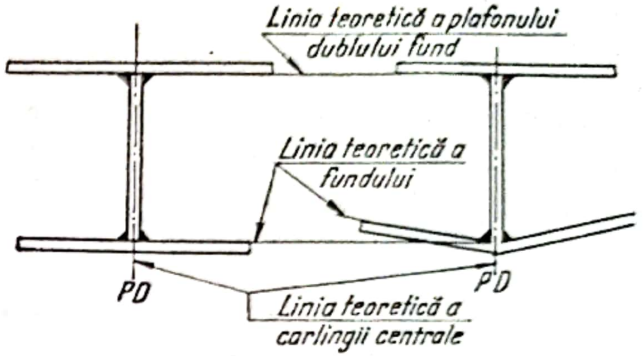
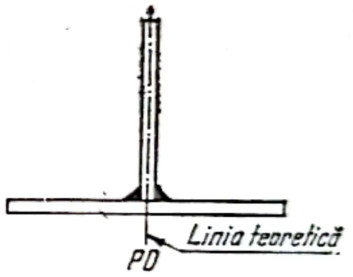
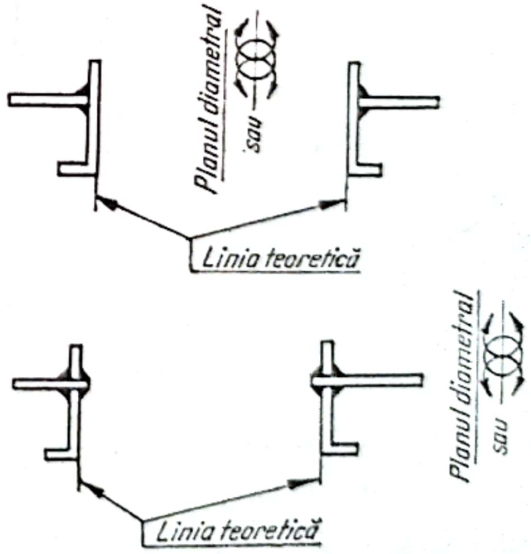
2. Linia teoretică a carlingilor laterale			
3. Linia teoretică a varangelor			
4. Linia teoretică a curenților de punte			
5. Linia teoretică a stringherilor			

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 11.1 (continuare)

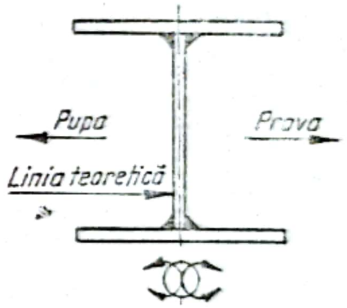
Denumirea	Notația prescurtată	Definiția	Schița
6. Linia teoretică a punții			
7. Linia teoretică a coastelor și traverselor			 
8. Linia teoretică a montanților			 

Scanned with OKEN Scanner

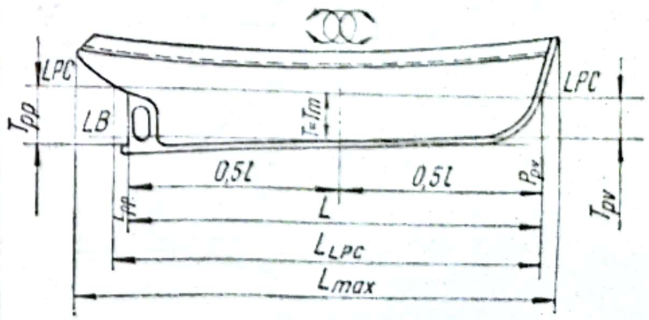
9. Linia teoretică a carlingii centrale, fundului şi plafonului dublului fund			
10. Linia teoretică a pereţilor amplasaţi în planul diametral			
11. Linia teoretică a şahturilor şi gurilor de magazii			

Scanned with OKEN Scanner

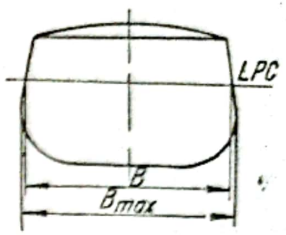
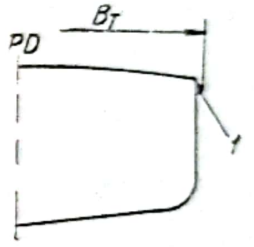
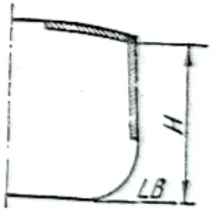
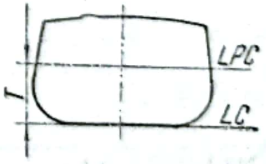
Tabelul 11.1 (continuare)

Denumirea	Notaţia prescurtată	Definiţia	Schiţa
12. Linia teoretică a profilurilor închise			
13. Linia teoretică a coastei suprapuse peste secţiunea maestră			

D. Caracteristici dimensionale

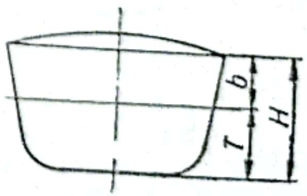
1. Dimensiuni în sens longitudinal: — lungimea maximă	L_{max}	Distanţa măsurată pe orizontală între punctele extreme ale navei, care fac corp comun cu aceasta	
— lungimea la linia de plutire de construcţie;	L_{LPC}	Distanţa măsurată pe orizontală la nivelul *LPC*, între punctele extreme ale etravei şi etamboului cîrmei	
— lungimea între perpendiculare	L	Distanţa măsurată între perpendicularele extreme ale navei	

Scanned with OKEN Scanner

2. Dimensiuni în sens transversal: — lățimea la linia de plutire de construcție;	B	Lățimea secțiunii maestre măsurată la nivelul *LPC* la suprafața exterioară a coastelor	
— lățimea maximă:	B_{max}	Lățimea cea mai mare a secțiunii maestre	
— lățimea totală	BT	Lățimea măsurată în corespondența secțiunii maestre între punctele exterioare ale anexelor fixe ale corpului	
3. Dimensiunile în sens vertical: — înălțimea de construcție	H	Distanța măsurată pe verticală în corespondența secțiunii maestre de la linia de bază *LB* până la intersecția feței interioare a bordajului cu fața interioară a tablei punții principale	
— pescajul de construcție	T	Distanța pe verticală de la linia de construcție *LC* la linia de plutire de construcție *LPC*	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 11.1 (continuare)

Denumirea	Notaţia prescurtată	Definiţia	Schiţa
— pescajul minim	T_{min}	Pescajul corespunzător deplasamentului minim al navei	
— pescajul maxim	T_{max}	Pescajul corespunzător liniei de plutire maxime (uneori $T = T_{max}$)	
— pescajul prova (vezi schiţa de la poz. D/1 din prezentul tabel)	T_{pv}	Distanţa măsurată pe perpendiculara prova, de la intersecţia acesteia cu prelungirea porţiunii rectilinii a chilei pînă la *LPC*	
— pescajul pupa (vezi schiţa de la poz. D/1 din prezentul tabel)	T_{pp}	Distanţa măsurată pe perpendiculara pupa de la intersecţia acesteia cu prelungirea porţiunii rectilinii a chilei pînă la *LPC*	
— pescajul mediu	T_m	$T_m = \frac{T_{pv} + T_{pp}}{2}$	
— diferenţa de pescaj	ΔT	$\Delta T = T_{pp} - T_{pv}$	
— bordul liber	b	$b = H - T$	

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 11.1 este arătat un mod de împărțire a suprafeței sălii de trasaj: suprafața *1* este destinată trasării planului de forme, suprafața *2* — construcției desfășuratelor și șabloanelor, locul *3* — executării machetelor, locul *4* — depozitării șabloanelor și suprafața *5* ocupată de bancuri de lucru și de mașini-unelte.

Dotarea sălii de trasaj. Pentru obținerea unui trasaj de bună calitate, sala de trasaj trebuie să fie dotată cu utilajul, sculele, instrumentele de măsurat, dispozitivele și materialele necesare.

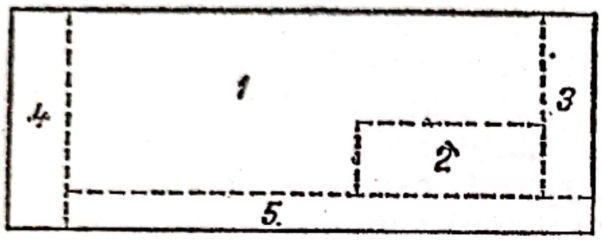


Fig. 11.1

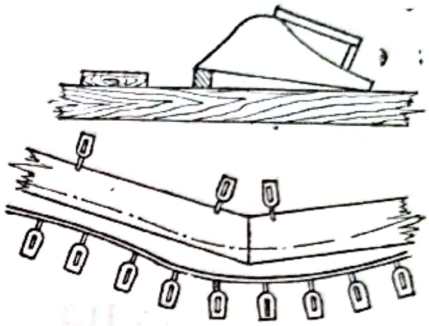


Fig. 11.2

În afară de cele arătate în cap. 6, sala de trasaj este dotată cu un fierăstrău panglică, o mașină de găurit, un polizor și o tocilă pentru ascuțirea cuțitelor de rindea.

Ca materiale trebuie să existe bureți, cîrpe și rumeguș pentru ștergerea liniilor, cuie și greutăți de fontă (fig. 11.2) pentru fixarea șipcilor în vederea trasării, șabloane de cifre și de notări prescurtate adoptate, vopsele, tuș, scînduri pentru executarea șabloanelor și a șipcilor, sfoară și cretă pentru trasarea liniilor, sîrme subțiri de oțel, fire de plumb, pensule, creioane etc.

Pentru păstrarea șabloanelor în bune condiții, sala de trasaj trebuie să fie prevăzută cu rastele speciale și un depozit de șabloane.

11.2.2. *Trasarea planului de forme*

Planul de forme — planul care cuprinde totalitatea liniilor care definesc forma corpului navei — se reprezintă în trei proiecții.

Reprezentarea formelor navei. Reprezentarea formelor navei în trei proiecții se obține prin intersecția corpului navei cu trei plane perpendiculare între ele (fig. 11.3), denumite plane principale de proiecție. Aceste plane sînt:

— planul diametral *PD*, denumit și planul vertical longitudinal, care intersectează nava în lungul ei și o împarte în două părți simetrice;

Scanned with OKEN Scanner

— planul vertical transversal *PT*, care intersectează nava prin secțiunea maestră; se mai numește planul cuplului maestru și se notează cu simbolul .

— planul orizontal *PH*, perpendicular pe celelalte două plane, care intersectează nava prin *LPC*, cu alte cuvinte coincide cu planul plutirii de plină încărcătură normală.

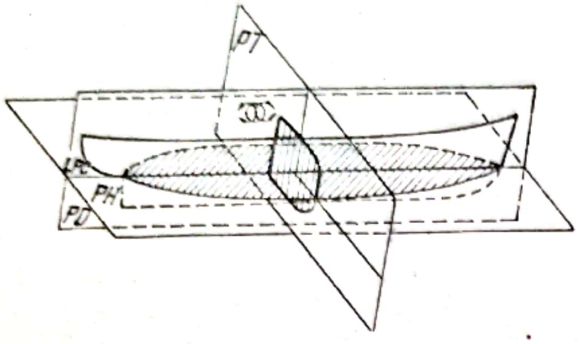


Fig. 11.3

Intersectînd corpul navei cu diferite plane, paralele cu planele principale de proiecție, rezultă o serie de curbe care caracterizează forma exterioară a corpului navei. Totalitatea acestor curbe determină planul de forme al corpului unei nave.

Curbele obținute prin intersecția corpului navei cu plane paralele cu planul cuplului maestru (planul ransversal) se numesc coaste sau cuple (ordonate) și apar ca linii curbe în planul transversal și linii drepte în planele longitudinal și orizontal. Totalitatea acestor curbe proiectate pe planul cuplului maestru formează transversalul planului de forme.

Curbele obținute prin intersecția corpului navei cu plane paralele cu planul diametral se numesc linii longitudinale, a căror proiecție pe planul diametral formează longitudinalul planului de forme. Aceste linii sînt curbe în planul longitudinal și drepte în celelalte două proiecții.

Curbele rezultate ca urmare a intersecției corpului navei cu plane paralele cu planul de plutire al navei se numesc linii de apă, care proiectate în totalitate pe planul orizontal formează orizontalul planului de forme. Liniile de apă sau de plutire sînt curbe în planul orizontal și drepte în celelalte două proiecții.

Trasarea caroiajului planului de forme. Pentru ca trasatorii să reproducă planul de forme din proiect pe planșeu la scara 1 : 1, trebuie ca în prealabil să se traseze caroiajul. Acesta este format dintr-o serie de drepte perpendiculare între ele care reprezintă urmele coastelor, longitudinalelor și liniilor de apă de plutire, în proiecțiile în care ele apar ca linii drepte (v. fig. 11.7).

Trasarea caroiajului începe cu trasarea unei linii de referință de la care să se poată măsura toate dimensiunile. Aceasta este linia de bază *LB*.

Linia de bază se trasează de-a lungul peretelui nord al sălii de trasaj, la o distanță de 750—1 000 mm de acesta, spațiul lăsat fiind ne-

Scanned with OKEN Scanner

cesar ca loc de trecere, de racordare a șipcilor, de depozitare a acestora și pentru a evita umbra făcută de perete.

Trasarea liniei de bază se poate face fie prin metoda caprelor de lemn (fig. 11.4, *a*), fie prin metoda razei de lumină (fig. 11.4, *b*).

În primul caz, de-a lungul peretelui se întinde pe capre de lemn, înalte de 30—40 cm, o sîrmă de oțel cu diametrul de 0,8—1,5 mm. Sîrma este fixată la un capăt, iar la celălalt capăt este întinsă cu ajutorul unui vinci de mînă, astfel încît săgeata sîrmei să fie cît mai mică. Cu ajutorul unui echer metalic cu talpă, așezat cu atenție cu una din laturi tangent la sîrmă, la intervale de 6 m se înseamnă pe planșeu cu creionul poziția sîrmei (fig. 11.4, *a*). Punctele obținute se unesc cu ajutorul unui linial, determinînd în acest mod linia de bază.

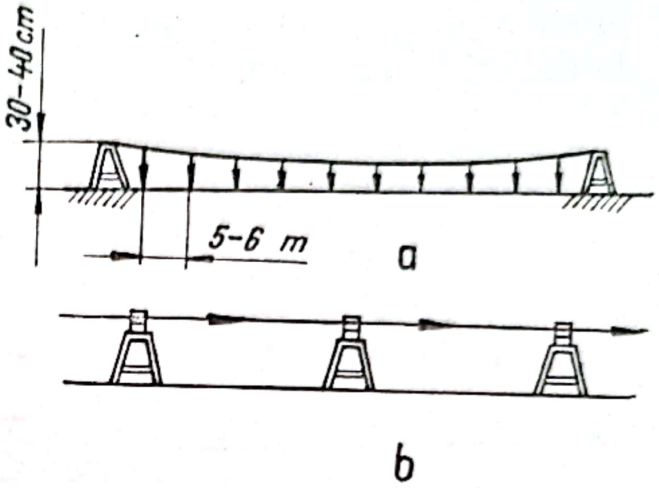


Fig. 11.4

A doua metodă (fig. 11.4, *b*) se folosește atunci cînd linia de bază este foarte lungă și din această cauză sîrma de oțel nu se poate întinde bine. Metoda se bazează pe proprietatea luminii de a se propaga în linie dreaptă și constă în așezarea pe aceeași rază de lumină a trei vizoare prevăzute cu orificii, cu diametrul de 1,5—2 mm. Prin aceste orificii se întinde apoi o sîrmă de oțel, operația continuîndu-se ca în primul caz.

Se recomandă ca în timpul trasării liniei de bază să se oprească funcționarea podurilor rulante sau a altor mecanisme grele care se găsesc în apropierea sălii de trasaj, întrucît acestea provocînd vibrații ar influența negativ asupra preciziei trasării.

Trasarea caroiajului planului transversal. Caroiajul planului transversal cuprinde proiecțiile liniilor de plutire (de apă) și longitudinale. Pe linia de bază trasată se măsoară lățimea B a navei, a cărei valoare se ia din proiect. La mijloc se trasează o perpendiculară, care reprezintă și urma planului diametral $PD\left(\text{la } \frac{1}{2} B\right)$, cu ajutorul unui compas cu bară.

Cînd înălțimea navei este mare și construcția geometrică a perpendicularei se face imprecis, aceasta se trasează folosind teorema lui Pitagora. Metoda constă în construirea unui triunghi cu laturile $3x$, $4x$, $5x$, unde x este un număr întreg (fig. 11.5).

Cu centrul în O, după metodele arătate din capitolul 2, se construiește triunghiul dreptunghic O, $O'O''$, unde $O''O$ este perpendiculară pe LC. În continuare se trasează perpendicularele *1* și *3*.

Pe o șipcă cu secțiunea pătrată se notează distanța pînă la linia dreaptă *2* a punții principale, distanță care se așază pe cele trei perpendiculare trasate. Unindu-se punctele obținute rezultă linia dreaptă a punții.

Trasarea caroiajului planului longitudinal. Caroiajul planului longitudinal cuprinde linia de bază, liniile de plutire și coastele.

Pentru trasarea acestui caroiaj se construiește o linie ajutătoare, paralelă cu linia de bază. Se alege linia dreaptă a punții, care se trasează în același fel ca în fig. 11.5, după ce în prealabil s-au trasat perpendicularele extreme și secțiunea maestră.

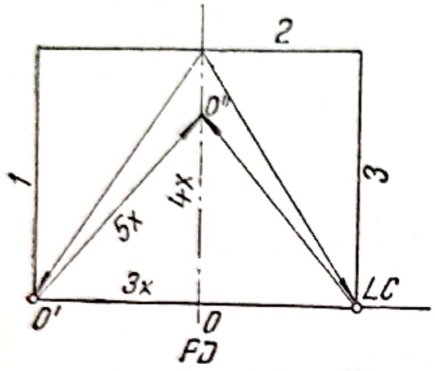


Fig. 11.5

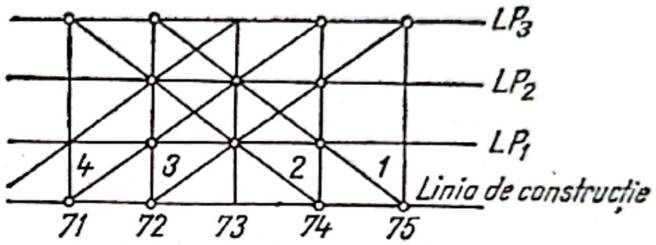


Fig. 11.6

În cazul lungimilor mari, se mai pot trasa și coaste ajutătoare între cuplul maestru și perpendicularele extreme pe care se așază punctele intermediare, în vederea trasării liniei drepte a punții. Distanța dintre coaste, stabilită în proiect, se așază pe linia de bază și pe linia dreaptă a punții. Este recomandabil ca acest lucru să se facă cu compasul, ceea ce dă posibilitatea verificării în prealabil dacă ultimul interval se va termina în corespondența perpendicularei extreme. În acest mod se obțin coastele.

Trasarea caroiajului planului orizontal. Caroiajul planului orizontal este alcătuit din proiecțiile planului diametral, ale coastelor și longitudinalelor. Trasarea lui se face folosindu-se șipcile însemnate cu distanțele respective, după aceleași metode ca și în celelalte proiecții.

De precizia trasării caroiajului depinde în mare măsură exactitatea trasării liniilor curbe ale planului de forme.

Operația de trasare a caroiajului se încheie prin verificările ce trebuie făcute, care au drept scop de a constata abaterile efective și deci exactitatea cu care s-a lucrat.

Una din cele mai folosite metode de verificare este metoda diagonalelor care constă în următoarele (fig. 11.6):

Pe o șipcă dreaptă, de pin sau brad, se înseamnă intersecțiile unei coaste, luate în ordine (*71*, *72*, *73*, *74* și *75* în cazul considerat), cu liniile de plutire LP_1, LP_2, LP_3 și cu linia de construcție. Deplasînd șipca

Scanned with OKEN Scanner

cu unul, două sau mai multe intervale de coaste (cu condiţia ca acestea să fie egale), va trebui ca intersecţia dintre coaste şi liniile de plutire să corespundă cu semnele iniţiale de pe şipcă, iar lungimea diagonalelor *1* şi *2* să fie egală cu aceea a diagonalelor *3* şi *4*.

Dat fiind importanţa ce o prezintă precizia trasării caroiajului pentru operaţiile viitoare de trasaj, trebuie ca şipcile pe care se înseamnă di-

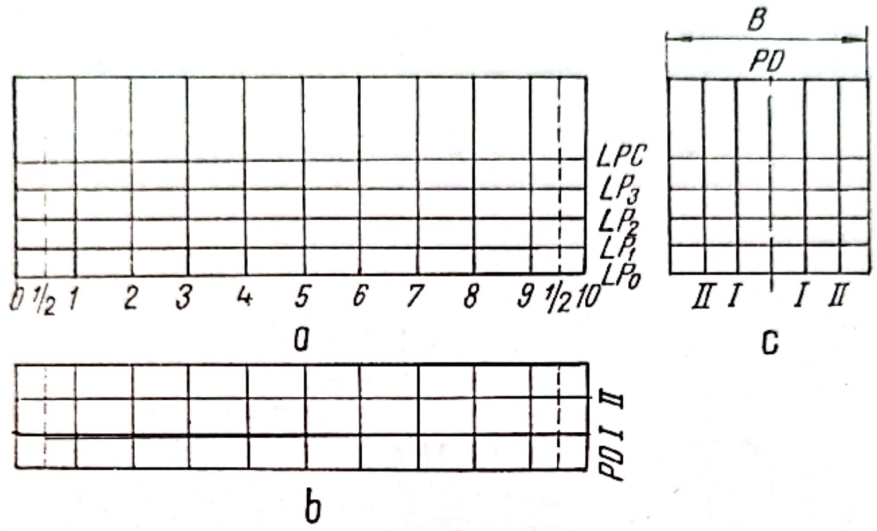


Fig. 11.7

ferite cote să fie foarte bine uscate, nedeformate, cu muchii drepte; în timpul însemnării cotelor, ele trebuie să fie bine lipite de planşetă iar creioanele bine ascuţite. Toate liniile trasate trebuie să fie raportate la linia de construcţie sau la planul diametral.

Notarea proiecţiilor se face în felul următor: coastele se notează cu cifre arabe, începînd de obicei de la pupă (fig. 11.7). Liniile de plutire se notează prin literele *LP*, urmate de o cifră arabă (LP_0 coincide cu LB_0). Longitudinalele se notează cu cifre romane, începînd de la longitudinala cea mai apropiată de *PD*.

Metode de reprezentare a planului de forme. În funcţie de felul cum se pot amplasa planele principale de proiecţie, suprafaţa de planşetă poate fi mai mare sau mai mică. Se pot întîlni următoarele cazuri:

a. Fiecare din cele trei plane de proiecţie se amplasează separat. Datorită însă suprafeţei mari ce ar necesita, şi anume $S = L_{max}H_{max} + B_{max}\left(H_{max} + \frac{1}{2}L_{max}\right) + s$ [m²], unde s este suprafaţa dintre cele trei plane, această amplasare nu se obişnuieşte decît la desenarea planului de forme pe hîrtie. În plus, acest mod de reprezentare ar îngreuna desfăşurarea lucrărilor de trasaj.

b. Suprapunerea proiecţiilor din prova ale planului longitudinal şi orizontal peste proiecţiile din pupa (fig. 11.8), în care caz suprafaţa

Scanned with OKEN Scanner

necesară de planșetă este $S = \left(\frac{1}{2}L + l_1 + l_2\right)\left(\frac{1}{2}B + H_{max}\right) + (BH_{ma} + s)$ [m²]. Metoda aceasta se folosește în cazul trasării navelor cu forme fine și de dimensiuni mici.

c. Metoda cea mai des folosită este aceea a suprapunerii planelor orizontale și transversale peste cel longitudinal (fig. 11.9).

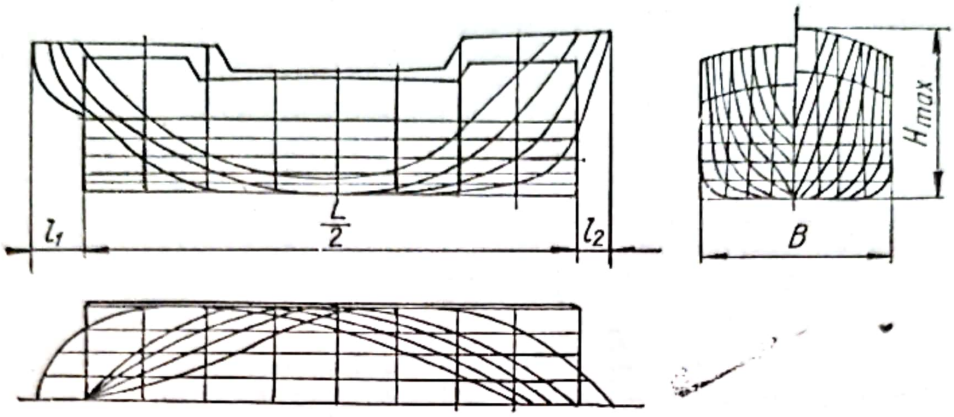


Fig. 11.8

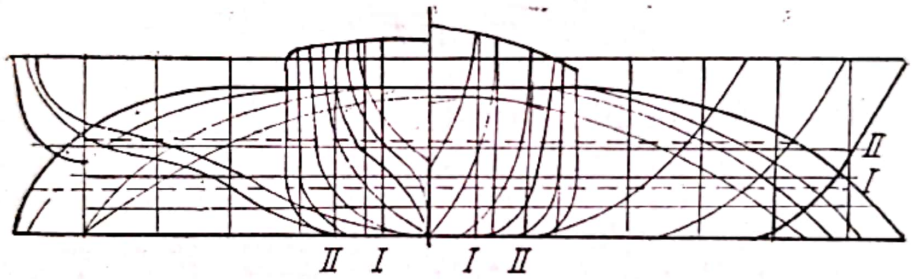


Fig. 11.9

În cazul navelor de dimensiuni mari, atunci cînd suprafața planșetei este insuficientă și pentru utilizarea acestei metode, pe lîngă suprapunerea celor trei plane de proiecție se mai obișnuiește o suprapunere a părții prova peste cea din pupa, deasupra trasîndu-se planul transversal. Desigur, această metodă este greoaie iar din cauza nenumăratelor linii care se suprapun, trasatorul trebuie să fie foarte atent pentru evitarea greșelilor.

11.2.3. *Trasarea formelor navei*

Planul de forme se trasează pe planșeta sălii de trasaj, pe baza planului de forme proiectat și a tabelului de trasaj, care fac parte din proiectul tehnic al navei respective, ce se elaborează de către institutul de proiectare care a întocmit proiectul navei.

Scanned with OKEN Scanner

Toate liniile curbe se trasează cu ajutorul șipcilor flexibile. Cotele care definesc poziția diferitelor puncte ce determină o linie curbă sînt date în tabelul de trasaj, pe coaste. Tabelul de trasaj servește pentru relevarea dimensiunilor din planul de forme, desenat la o anumită scară și transformarea lor în dimensiuni reale. În acest tabel sînt indicate atît semilățimile diverselor elemente simetrice ale navei cît și înălțimile.

Toate aceste cote se măsoară de la linia de bază sau de la planul diametral și numai în cazul săgeților punților se măsoară de la planul tan-

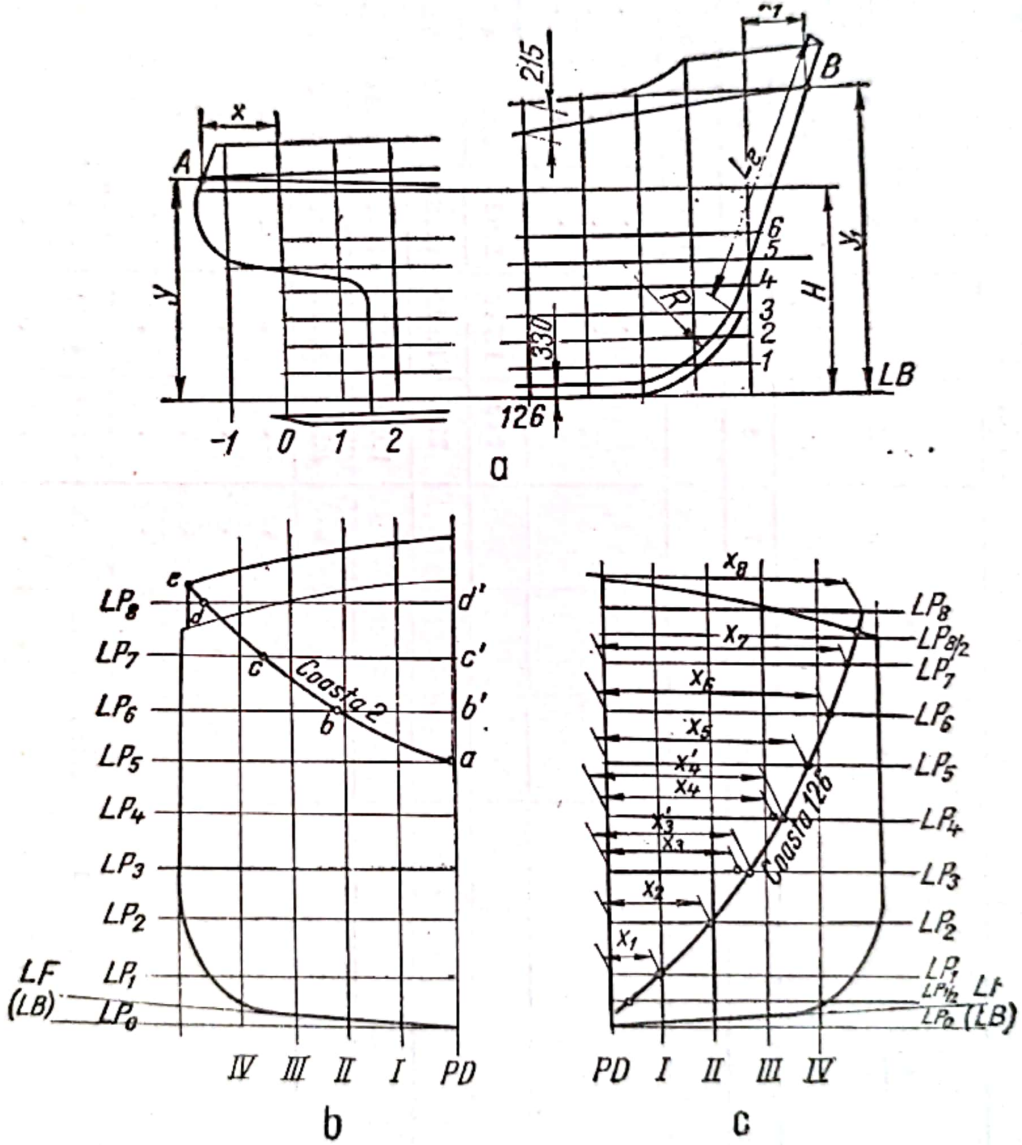


Fig. 11.10

gent la punte (linia dreaptă a punții). Pentru înțelegerea modului cum trebuie interpretate cotele tabelului de trasaj se exemplifică acest lucru prin reprezentarea cotelor scrise cursiv din tabelul 11.2 în fig. 11.10.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 1.2

Tabel de trasaj pe coaste

Linia de apă / Coasta	Semilăţimi														
	0	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6	7	8	Punte dunetă	Punte principală	Punte teugă	Platformă pupa	Punte intermediară
Nr. crt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
—6									470	1.320	4.460	3.190	—	1.320	—
.									.	.	.	.	.	.	
.									.	.	.	.	.	.	
.									.	.	.	.	.	.	
—1								540	1.740	2.935	5.860	4.790	—	2.625	—
0								770	1.985	3.180	6.050	5.030	—	2.820	—
1								1.000	2.235	3.420	6.210	5.200	—	3.020	—
2							*0*	*1.235*	*2.460*	*3.660*	*6.360*	*5.400*	—	*3.200*	—
.							.	.	.	.	.	.	.	.	
.							.	.	.	.	.	.	.	.	
.							.	.	.	.	.	.	.	.	
.							.	.	.	.	.	.	.	.	
126		330	913	1760	2 430	3 072	3 696	4 290	4 820	5 317	—	6.255	—	—	4.730
.			.	.	.	.	.	.	.	.		.			.
.			.	.	.	.	.	.	.	.		.			.
.			.	.	.	.	.	.	.			.			.
129			350	1 100	1 690	2 282	2 870	3 455	4 000	4 540	—	5.750	7.315	—	3.790

Scanned with OKEN Scanner

Linia de apă / Coasta	Înălțimi												
	Linie fund în *PD*	I	II	III	IV	Punte dunetă margine	Săgeată punte dunetă	Punte principală margine	Săgeată punte principa ă	Punte teugă margine	Săgeata punte teugă	Platforma pupa	Punte intermediară
Nr. crt.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
—6	6 520	8.190	9.790	12.500	—	12.600	112	10.100	58	—	—	7.900	—
.	.	.	.	.		.	.	.	.			.	
.	.	.	.	.		.	.	.	.			.	
.	.	.	.	.		.	.	.	.			.	
—1	5.563	6.785	8.055	9.520	—	12.430	190	9.930	129	—			—
0	5.375	6.580	7.810	9.260	11.780	12 388	201	9.880	142	—	—	7.680	—
1	5188	6.390	7.600	9.000	11.220	12.360	212	9.860	152	—	—	7.660	
2	*5.000*	*6.200*	7.410	8.780	10.750	*12.320*	222	9.870	163	—	—	7.620	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.	
126	*330*	1.640	3.815	6.280	9.290	—	—	10.187	215	—	—	—	6.865
.	.	.	.	.	.			.	.				.
.	.	.	.	.	.			.	.				.
.	.	.	.	.	.			.	.				.
129	730	2.660	5.160	7.820	10.460	—	—	10.180	184	12.590	290	—	7.000

Scanned with OKEN Scanner

Trasarea diferitelor curbe, datorită simetriei lor, se face numai pe jumătate, așa cum este cazul coastelor și al liniilor de plutire. Coastele de exemplu, în planul transversal se trasează de la pupa la cuplul maestru în stînga planului *PD*, iar de la cuplul maestru la prova în dreapta planului *PD*. În proiecția orizontală, liniile de plutire se trasează deasupra planului diametral, iar sub aceasta se trasează diagonalele.

Trasarea conturului longitudinal și a coastelor. Trasarea formelor navei începe întotdeauna cu trasarea conturului navei în planul longitudinal, format din linia teoretică a etravei, a etamboului, bolta pupei, selatura punții de la bord și linia chilei. Acest contur servește la trasarea planului orizontal și transversal.

Linia chilei se trasează prin așezarea pe coaste a distanțelor înscrise în coloana „linie fund" a tabelului de trasaj. La fel se construiesc etrava și etamboul, trasîndu-se în acest scop coaste teoretice (*—1*, *—2*, *—3*, *—6*) în afara celor reale. De exemplu, la coasta *126* din fig. 11.10, *a* înălțimea liniei chilei (liniei fundului) este de 330 mm.

La cota *H* (înălțimea de construcție) dată de proiect, paralel cu *LB* se trasează linia dreaptă a punții. Poziția punctelor *A* și *B* se determină prin coordonatele *x*, *y* și x_1 și y_1 date în proiect. De asemenea, conform calculelor efectuate la proiectare, pe fig. 11.10, *a* este indicată raza de racordare *R* și lungimea L_e a porțiunii drepte a etravei.

Curbura longitudinală a punții se trasează așezînd săgețile punții principale indicate în tabel în coloana „Săgeată punte principală" pe coastele respective, măsurate de la selatură (v. Trasarea punților).

După trasarea conturului longitudinal se începe, de obicei, trasarea coastelor în planul transversal, operație care este una din cele mai importante și mai necesare în același timp, deoarece după planul transversal se confecționează șabloanele osaturii corpului navei, se execută desfășurările tablelor învelișului exterior ș.a.

Coastele se trasează în planul transversal după ce în paralel a fost trasat și verificat caroiajul planului transversal și a fost trasat conturul cuplului maestru. Trasarea conturului cuplului maestru se face astfel (fig. 11.10, *b*):

Pe liniile de plutire *LP* ale caroiajului se înseamnă punctele semilățimilor coastei situate în planul cuplului maestru. Punctele rezultate se unesc cu ajutorul unei șipci flexibile. În cazul cînd acest semicontur a fost trasat în partea prova a planului transversal, semiconturul cuplului maestru din partea pupa se trasează cu ajutorul unui șablon scos după curba trasată în partea prova.

Avînd conturul cuplului maestru, urmează în continuare trasarea coastelor, care se face în ordinea următoare: se așază pe fiecare linie de apă semilățimile pînă la coastele respective, conform tabelului de trasaj, măsurările executîndu-se de la planul *PD*.

Scanned with OKEN Scanner

De exemplu, pentru trasarea coastei *2*, trebuie determinată în prealabil poziţia punctelor *a*, *b*, *c*, *d* şi *e* (fig. 11.10, *b*). Din tabelul de trasaj rezultă că punctul *a* se găseşte la 5 000 mm faţă de linia de bază, iar semilăţimile pe liniile de apă corespunzătoare *bb'*, *cc'* şi *dd'*, sînt 1 235, 2 460 şi respectiv 3 660 mm. Poziţia punctului *e* se determină cu ajutorul aceluiaşi tabel, coordonatele lui găsindu-se în coloana punte-dunetă, semilăţimea fiind 6 360 mm iar înălţimea 12 320 mm. De-a lungul acestor puncte se aşază o şipcă flexibilă care se fixează cu greutăţi (v. fig. 11.2). Muchia şipcii trebuie să intersecteze toate punctele însemnate.

Continuitatea curbei se verifică cu ochiul liber. Pentru a se constata dacă curba rezultată nu s-a obţinut prin forţarea şipcii, în vederea respectării punctelor însemnate, din loc în loc se ridică cîte o greutate de pe şipcă. În cazul cînd şipca a fost forţată, aceasta ia o altă poziţie care asigură continuitatea şi buna aviere a curbei. Unind punctele însemnate, şi cele rezultate din aviere se obţine o curbă continuă ce reprezintă coasta *2*. În mod analog se trasează şi celelalte coaste.

Liniile de plutire se trasează în planul orizontal, aşezîndu-se semilăţimile acestora pe coastele respective, în care scop se foloseşte şipca cu care s-au aşezat semilăţimile în planul transversal.

În fig. 11.10, *c*, se arată modul de modificare al tabelului de trasaj. Pentru trasarea coastei *126* în planul transversal, se scot valorile semilăţimilor x_1, x_2, x_3, ..., x_8 din tabelul de trasaj. Deoarece în această situaţie curbura normală a şipcii, printr-o aviere bună, nu permite şi prinderea punctelor x_3 şi x_4, se consideră ca bune punctele x'_3 şi x'_4. Verificînd coincidenţa noilor puncte considerate ca bune în cele trei proiecţii, valorile lor se trec în tabelul de trasaj în locul celor iniţiale şi rămîn definitive. Această operaţie este denumită modificarea tabelei de trasaj şi cere din partea trasatorilor o muncă intensă şi o mare atenţie. În cazul considerat, pentru trasarea liniilor de plutire în planul orizontal nu se vor mai considera cotele x_3 şi x_4 ci cotele x'_3 şi x'_4.

Trasarea liniilor longitudinale în planul diametral se poate executa fie prin extragerea înălţimii acestora pe fiecare coastă din tabelul de trasaj, fie prin relevarea cotelor din celelalte două proiecţii.

Trasarea curburii punţii. *Trasarea curburii transversale a punţii.* Datorită celor două curburi — transversală şi longitudinală — suprafaţa punţilor tuturor navelor reprezintă o suprafaţă curbă în spaţiu care are rolul de a asigura scurgerea apelor de pe punte, provenite din ploi, valuri etc.

Curba transversală a punţii se realizează întotdeauna după o parabolă (foarte rar după un arc de cerc), în care caz trasarea ei se rezumă la aplicarea diferitelor metode de construcţie a parabolei (fig. 2.56, 2.57 şi 2.58).

Scanned with OKEN Scanner

Prima metodă de trasare a curburii transversale a punții este arătată în fig. 11.11, *a* ,unde pe o dreaptă oarecare se ia semilățimea navei $\frac{B}{2}$ egală cu AA'. În punctul A se ridică perpendiculara AA'' egală cu săgeata punții s în secțiunea maestră. Săgeata curburii transversale a punții diferă ca mărime de la un tip de navă la altul. Astfel, la navele comerciale se adoptă în general $s = \left(\frac{1}{50} \ldots \frac{1}{100}\right) B$. Din punctul A, cu ajutorul compasului, se trasează un sfert de cerc, a cărui rază este egală

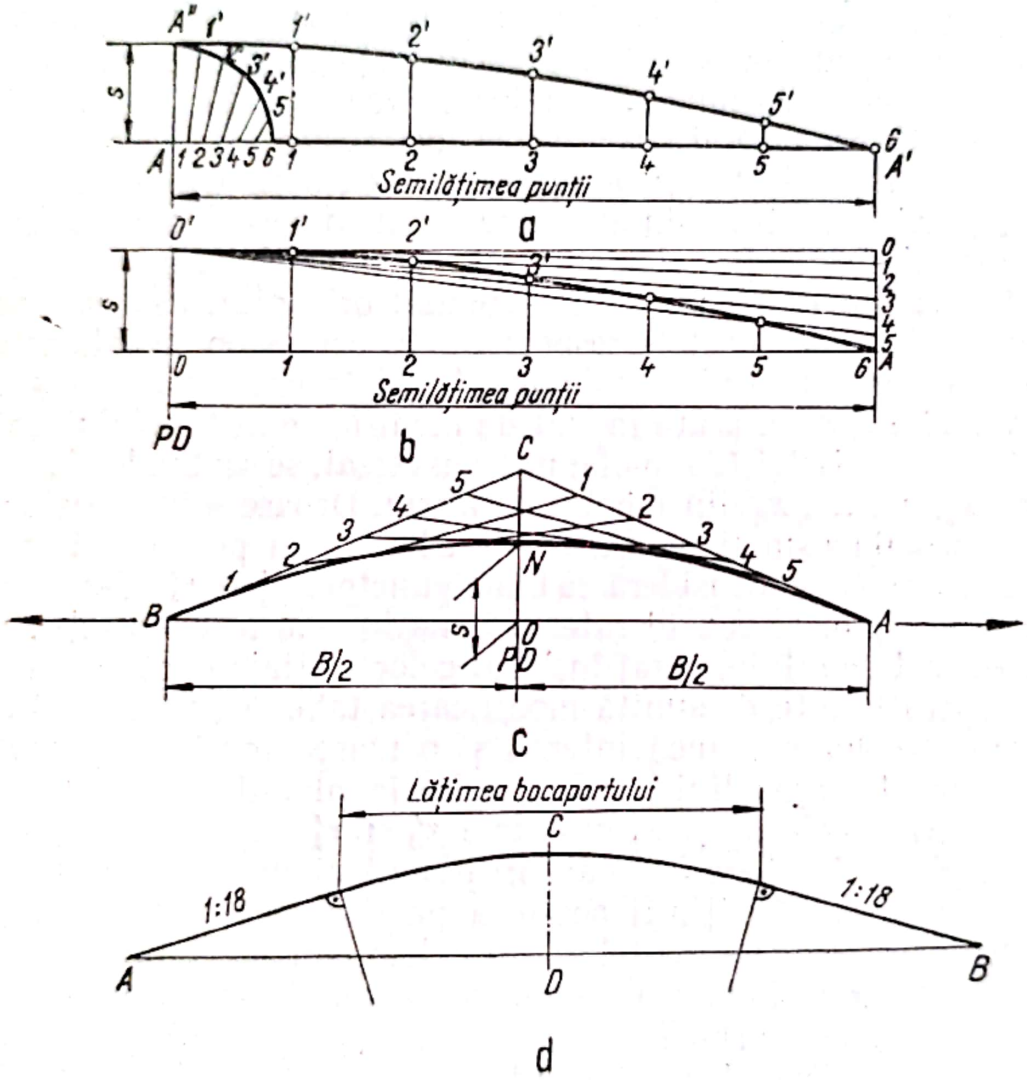


Fig. 11.11

cu *s*, care se împarte într-un număr oarecare de părți egale (șase în cazul considerat) obținîndu-se punctele *1'* ...*6'*. În același număr de diviziuni egale se împarte și raza orizontală, obținîndu-se punctele *1*...*6*. Punctele cu același număr se unesc (*1* cu *1'*, *2* cu *2'* etc) iar mărimea acestor

Scanned with OKEN Scanner

drepte rezultate se transpune pe o șipcă. Împărțind, în prealabil, și semilățimea AA' în același număr de părți egale, din punctele de diviziune se ridică perpendiculare pe care se transpun mărimile trasate anterior pe șipcă.

Metoda a doua de trasare este reprezentată în fig. 11.11, *b* și se bazează pe principiul construcției jumătății de parabolă descris în cazul fig. 2.57, cu deosebirea că în cazul de față jumătatea deschiderii parabolei este $\frac{1}{2}B$, iar săgeata maximă este egală cu *s*. În rest, construcția este evidentă în figură.

A treia metodă (fig. 11.11, *c*) constă în construcția curburii transversale conform metodei arătate în cazul construcției parabolei din fig. 2.58. În cazul de față, perpendiculara *OC* pe *AB* se ia egală cu 2*s*.

În fig. 11.11, *d* este arătată o metodă de trasare folosită în cazul navelor comerciale cu deschideri mari în punte. Prin extremitățile dreptei *AB*, egală cu lățimea navei, se trasează două drepte înclinate sub un unghi a cărui tangentă este egală cu 1 : 18. Pe aceste drepte se înseamnă lățimea bocaportului (capac de închidere etanșă a deschiderii mari practicată în punte, pentru magazii) față de planul diametral. Prin punctele de intersecție se duc două drepte perpendiculare la dreptele înclinate, a căror prelungire se intersectează într-un punct ce constituie centrul cercului ce se racordează cu dreptele înclinate.

Metodele descrise pînă acum determină curbura transversală a punții în cuplul maestru, unde pentru a rezulta desene mai clare, săgeata punții *s* a fost luată la o scară mai mare decît lățimea punții.

Pentru alte secțiuni transversale, în afara cuplului maestru, curbura transversală a punții este aceeași, însă datorită lățimii mai mici spre extremități, i se va micșora săgeata de curbură.

Practic, determinarea curburii punții pentru alte coaste decît acelea din regiunea cilindrică a navei, se face cu ajutorul șablonului arătat în fig. 11.12. Pe o scîndură groasă de 3—5 cm foarte uscată, se trasează curba transversală a punții pentru cuplul maestru. Pe acest șablon se trasează linia planului diametral perpendiculară pe o dreaptă care delimitează săgeata *s'*. Pentru secțiuni transversale, la care puntea are o altă lățime *B'*, aceasta se fixează paralel cu dreapta trasată pe șablon și punctele determinate de intersecția cu curbura punții se unesc, obținînd curbura transversală pentru coasta căutată, iar în planul diametral al șablonului, săgeata *s'*.

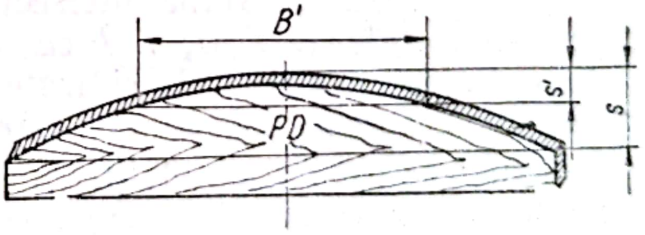


Fig. 11.12

Trasarea selaturii. În planul de forme al navei se trasează și curba longitudinală a punții. Săgeata selaturii în provă și în pupă are în general valoarea de 0,04 L și respectiv 0,02 L, lungimea între perpendiculare L fiind exprimată în metri. De obicei, punctul inferior al selaturii este situat în lungime, în corespondența secțiunii maestre, la $\frac{L}{2}$.

În general selatura este o curbă de formă parabolică care se poate trasa folosind una din metodele următoare (fig. 11.13).

În fig. 11.13, *a*, plecînd din punctul O ce aparține secțiunii maestre și care se află pe dreapta $AB = L$ la jumătatea ei. Se împart prova și pupa într-un număr oarecare de părți egale (opt în cazul considerat). Se ridică perpendiculare din punctele de diviziune; pe perpendicularele AC și BD se transpun săgețile din prova și respectiv din pupa. Acestea la rîndul lor se împart apoi într-un număr de intervale egal cu pătratul numărului intervalelor bazei (64 în exemplul considerat). Punctele rezultate se notează cu $A, E, F...C$ și $B, E_1, F_1 ... D$, punctul E fiind la $1^2 = 1$ intervale, punctul D la $2^2 = 4$ intervale, punctul G la $3^2 = 9$ intervale etc. Unind punctele obținute pe ambele extreme, E cu E_1, F cu F_1 etc. prin linii drepte, acestea vor intersecta perpendicularele ridicate pe dreapta AB. Punctele rezultate din intersecția dreptelor corespunzătoare vor determina curba căutată.

A doua metodă (fig. 11.13, *b*) se folosește în cazul cînd punctul inferior al selaturii nu se găsește la $\frac{L}{2}$ de la P_{pp}. Din punctul arbitrar A, aflat pe o dreaptă oarecare, se trasează, la o scară arbitrară, lungimea navei $L = AB$. Din punctele A și B se ridică perpendiculare ale căror lungimi se iau egale cu o săgeată prova, AC, și săgeata pupa, BD. Se împarte lungimea L într-un număr de părți egale. Din H, punct ales arbitrar pe dreaptă, se ridică o perpendiculară pe care se iau aceleași intervale ca în cazul fig. 11.13, *a*. Punctul L se unește cu C, dreapta prelungindu-se pînă intersectează prelungirea lui AB în punctul P. Unind punctele $E, F, G, ...J$ cu punctul P, dreptele respective vor intersecta perpendicularele ridicate din punctele de diviziune ale lungimii navei, rezultînd puncte care definesc selatura căutată.

Metoda a treia (fig. 11.13, *c*), foarte des folosită, constă în următoarele: pe perpendiculara HM, ridicată într-un punct arbitrar H al dreptei OH, se ia întreaga săgeată a selaturii (prova + pupa) și pe ea se construiește un sfert de cerc, HM', cu centrul în M și de raza HM. Sfertul de cerc se împarte într-un număr de părți egale (opt, în exemplul de față) iar prin punctele de diviziune *1*, *2*, *3* ... *7* se duc paralele la MM', determinîndu-se punctele $E, F...L$. În continuare, se procedează analog ca la metoda a doua.

Scanned with OKEN Scanner

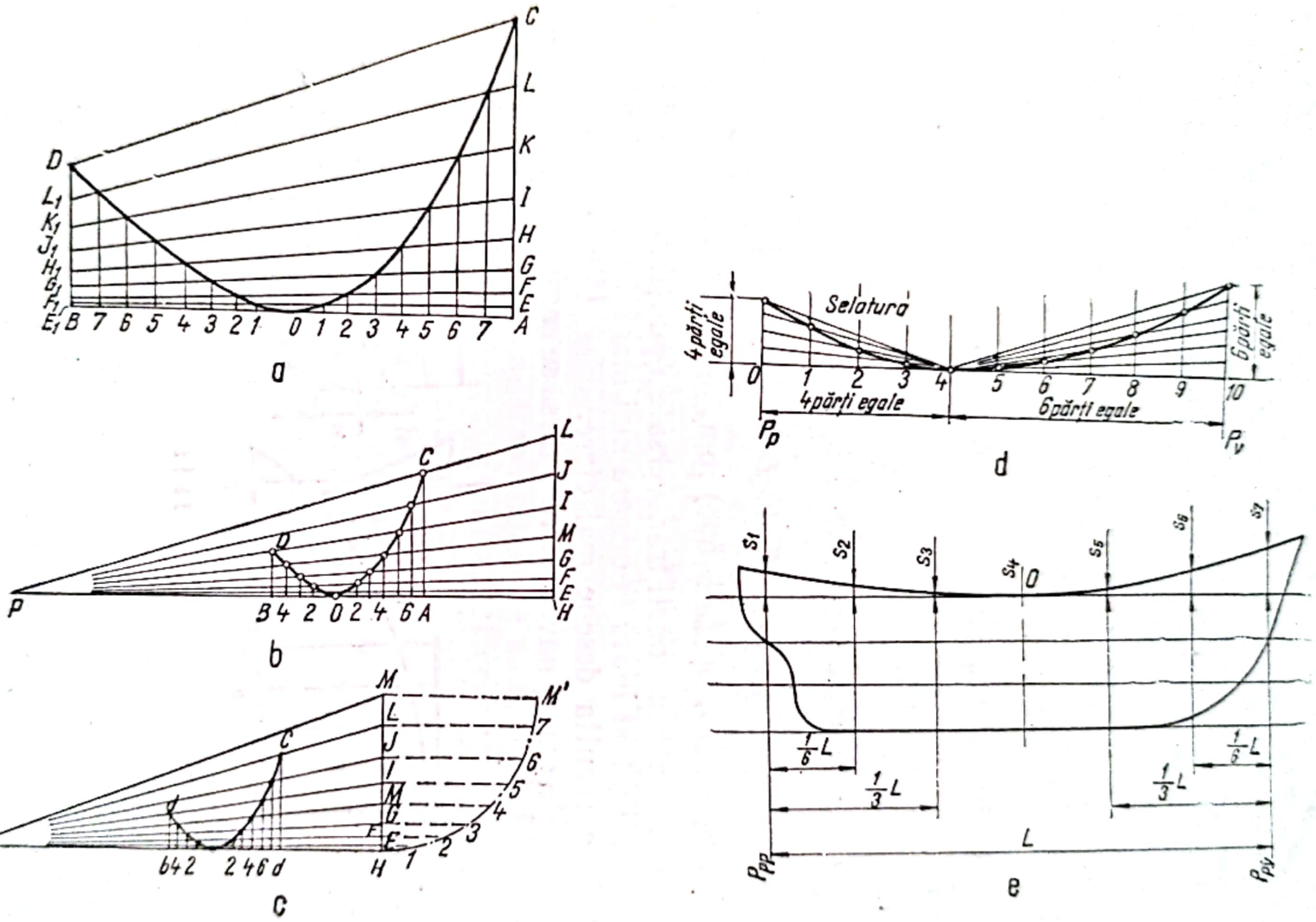


Fig. 11.13

Scanned with OKEN Scanner

A patra metodă, simplă și expeditivă, este arătată în fig. 11.13, *d*, unde construcția selaturii este evidentă.

În fig. 11.13, *e* este redată construcția regulamentară a selaturii conform prevederilor „Bordului liber român", numită și selatură standard. În acest caz punctul inferior al selaturii *O* se găsește la *L*/2, valogile săgeților s_1, s_2 ... s_7 corespunzătoare punctelor de diviziune ale lunrimii navei între perpendiculare (în 6 părți egale), se deduc din formulele de mai jos, unde *L* se consideră în metri:

— la P_{pp}, $s_1 = (8{,}330\ L + 254)$ mm;

— la $\frac{1}{6}$ de la P_{pp}, $s_2 = (3{,}70\ L + 113)$ mm;

— la $\frac{1}{3}\ L$ de la P_{pp}, $s_3 = (0{,}925\ L + 28{,}25)$ mm;

— la $\frac{1}{2}\ L$, săgeata $s_4 = 0$;

— la $\frac{1}{3}\ L$ de la P_{pv}, $s_5 = (1{,}850\ L + 56{,}5)$ mm;

— la $\frac{1}{6}\ L$ de la P_{pv}, $s_6 = (7{,}40\ L + 226)$ mm;

— la P_{pv}, $s_7 = (16,\ 66\ L + 508)$ mm.

Ca și la construcția curburii transversale a punții și în cazul fig. 11.13, săgeata selaturii a fost luată la o scară mai mare decît lungimea selaturii cu scopul de a rezulta desene mai clare.

În lucrările de trasaj naval nu trebuie să se confunde curbura selaturii

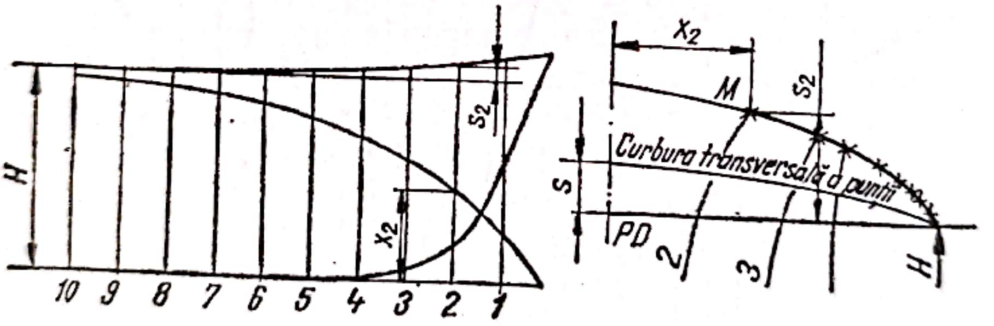


Fig. 11.14

proiectate pe planul transversal, cu curbura transversală a punții, întrucît prima curbă în planul longitudinal are o săgeată $s = \Phi(L)$, în planul transversal avînd aspectul unei curbe oarecare, care depinde de tipul selaturii (pozitivă, negativă sau dreaptă), iar cea de-a doua este o curbă care are săgeata $s = \Phi_1(B)$, ea fiind situată într-un plan.

Pentru lămurirea acestei probleme în fig. 11.14 sînt arătate cele două curbe. Pentru a se determina poziția punctului *M* spre exemplu,

Scanned with OKEN Scanner

care reprezintă extremitatea coastei 2 în borduri, sînt necesare cotele x_2 și s_2. Cota x_2 este dată în tabelul de trasaj și reprezintă semilățimea punții în corespondența cuplei 2, iar săgeata s_2 este înălțimea selaturii măsurate de la planul paralel cu *LPC* care trece prin *O* în corespondența cuplei 2.

Avîndu-se proiecțiile selaturii în planele transversal și longitudinal, se poate trasa proiecția ei și în planul orizontal.

11. 2.4. *Balansarea planului de forme*

Operația de verificare a corespondenței tuturor punctelor de intersecție și a tuturor liniilor în toate cele trei plane de proiecție se numește balansare. Această operație se execută după ce toate liniile planului de forme au fost trasate pe planșeta sălii de trasaj.

Balansarea planului de forme reprezintă o lucrare migăloasă care cere foarte multă atenție și timp, căci de felul cum este făcută balansarea depinde buna reușită a construcției navei.

În cazul unui plan de forme corect trasat, între diferitele puncte ale celor trei plane de proiecție trebuie să existe coincidențe, ca în fig. 11.15. În cazul acestei figuri s-a considerat, pentru simplificare, un plan de forme trasat pe ordonate, cuple sau coaste teoretice. De obicei, în panul de forme se trasează 20 sau 10 ordonate, după cum forma corpului este mai complexă sau mai simplă.

În porțiunile extreme ale navei și în special la pupa, unde forma corpului este mai complicată, se mai trasează și cîte va ordonate intermediare. Ordonatele se notează în general ca în cazul coastelor, cu cifre arabe și se începe de la perpendiculara pupa (ordonata *O* coincide cu P_{pp}).

Așa cum s-a mai arătat, liniile care definesc corpul navei trebuie să fie bine aviate (fără frînturi), indiferent de proiecție. Dacă nu ar exista o coincidență perfectă a punctelor în cele trei plane principale de proiecție, deci planul de forme n-ar fi balansat, avierea nu ar fi asigurată. În acest caz, de exemplu, după ce s-au montat la navă coastele executate după șabloane scoase din planul transversal, ar rezulta linii de plutire neaviate, care de-a lungul bordajului ar prezenta frînturi. Sînt cazuri cînd, deși există o coincidență a punctelor în cele trei plane principale de proiecție, planul de forme nu este balansat. De aceea, se impune a se executa verificări suplimentare în ceea ce privește balansarea. Una dintre aceste verificări se execută prin trasarea diagonalelor.

Diagonalele sînt plane care intersectează corpul navei, avînd o poziție perpendiculară pe planul transversal și înclinată față de celelalte două plane. Urmele acestor plane în proiecția transversală sînt linii drepte.

Scanned with OKEN Scanner

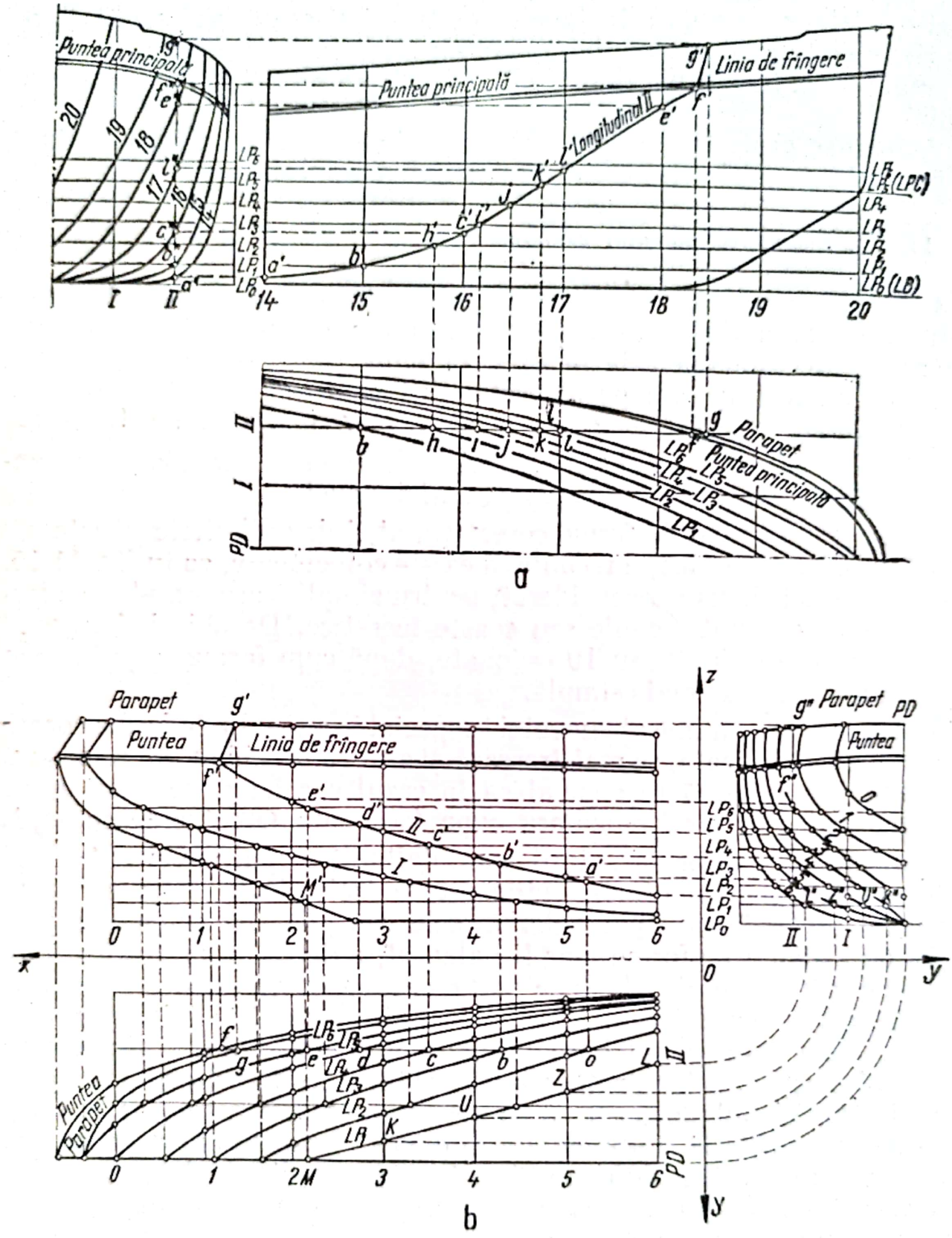

Puntea principală
Linia de frîngere
Longitudinal II
Parapet
Puntea principală
a
Parapet
Puntea
Linia de frîngere
Parapet
Puntea
Puntea
Parapet
b

Fig. 11.15

La un plan de forme se trasează 2—3 diagonale, care se notează cu litere mari (A, B), începînd de la diagonala cea mai apropiată de linia de construcţie (fig. 11.16, *a*).

Practic, această operaţie se execută astfel în planul transversal: începînd de la PD, se trasează linii drepte, astfel încît să intersecteze cît mai multe coaste (sau ordonate perpendicular pe ele); după aceea, se iau pe o şipcă distanţele măsurate de la PD pe diagonala respectivă pînă la punctele de intersecţie a acestei diagonale cu coastele. Aceste distanţe se aşază apoi pe coastele (ordonatele) corespunzătoare din planul orizontal (sub PD) şi dacă unite dau o curbă aviată rezultă că planul de forme este balansat.

Balansarea planului de forme se mai verifică prin metoda trasării diagonalelor în planul orizontal (fig. 11.16, *b*), care constă în trasarea cîtorva diagonale, D_1 şi D_2, în planul orizontal şi apoi transpunerea punctelor de intersecţie a acestor diagonale cu liniile de plutire, în planul transversal. Prin unirea tuturor acestor puncte trebuie să se obţină o curbă aviată perfect.

De asemenea, balansarea planului de forme se mai verifică prin metoda tangentelor paralele la cuple (fig. 11.16, *c*), care constă în trasarea, în planul transversal, a unei serii de tangente la cuple, paralele între ele. Punctele de tangenţă trebuie să se găsească pe o linie C bine aviată. Se recomandă utilizarea tuturor celor trei metode arătate în fig. 11.16, în care caz se obţine un plan de forme bine balansat (corect trasat).

După balansarea planului de forme, toate liniile trasate se definitivează prin însemnarea cu vopsea, tuş, sau se imprimă în planşetă, trăgîndu-se apoi cu creionul.

În final, după terminarea operaţiilor de trasare şi însemnare se întocmeşte un nou tabel de trasaj cu dimensiunile de pe planul de forme balansat. Acesta se numeşte tabelul de trasaj corectat (v. fig. 11.10, *c*).

11.2.5. *Executarea modelelor, şabloanelor, carcaselor şi machetelor*

Aşa cum s-a mai arătat la punctul 11.2.1, în sala de trasaj, în afara trasării planului de forme, se mai execută şi alte lucrări cum sînt : confecţionarea modelelor, şabloanelor, carcaselor, machetelor etc.

Executarea modelelor. În scopul verificării principalelor caracteristici ale navei determinate în proiect, a efectuării desfăşurate a cusăturilor bordajului, a desfăşuratelor coastelor precum şi în vederea efectuării probelor de bazin, se execută în scara planului de forme din proiect, modelul navei.

Modelul se poate executa folosind metoda confecţionării din şipci şi şabloane sau metoda confecţionării dintr-un bloc de lemn.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul primei metode, se procedează în felul următor: șabloanele se fixează pe un postament din scîndură prin șuruburi de lemn, urmînd linia coastelor din planul de forme pe care, cu ajutorul șuruburilor cu

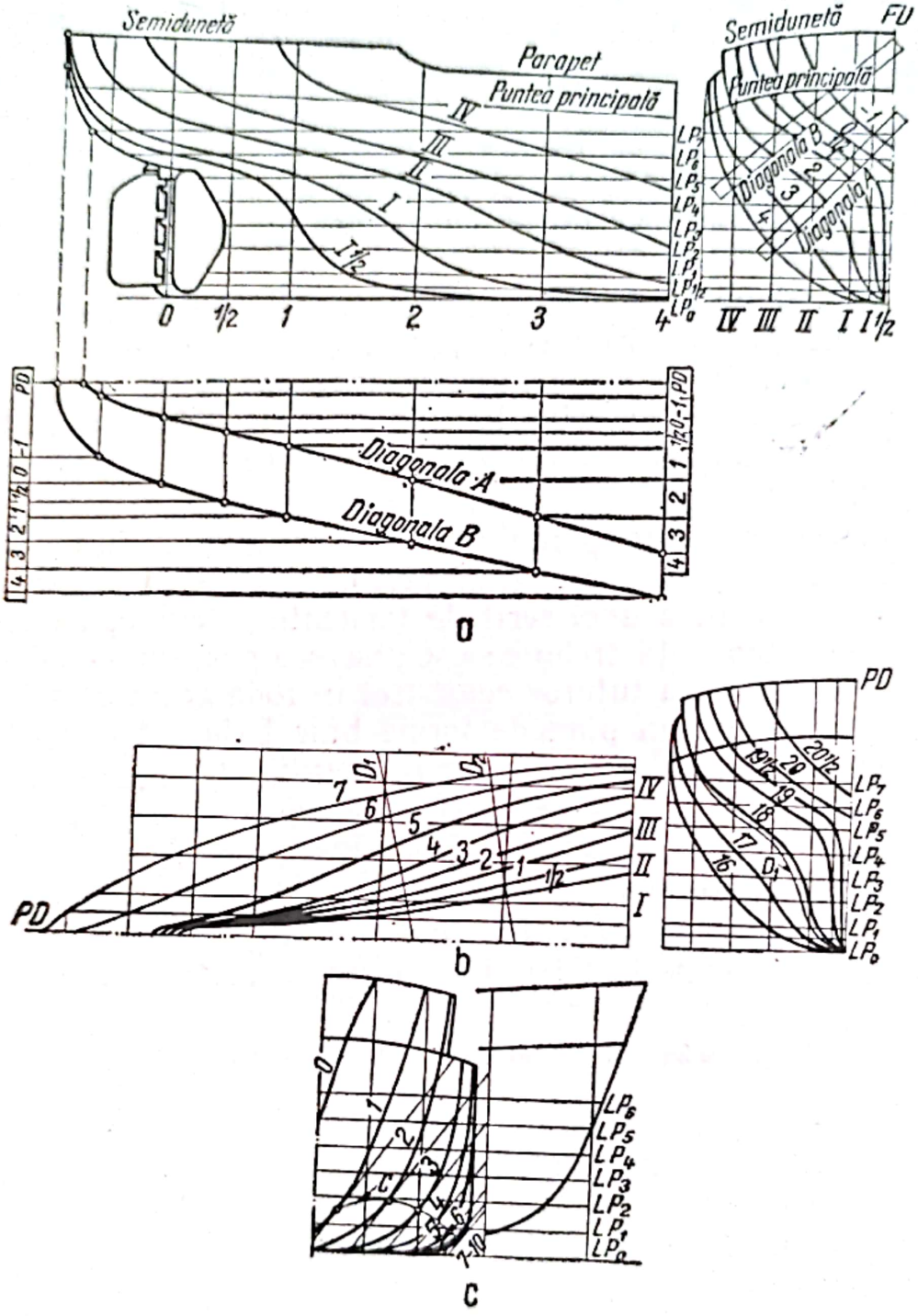


Fig. 11.16

cap îngropat, se prind șipci cu o grosime mai mare, necesară finisării.

Metoda a doua, folosită în cazul executării modelelor cu dimensiuni reduse, constă în prelucrarea unui bloc masiv din lemn pînă se obține

forma modelului. Pentru prelucrarea exactă a blocului se folosesc șabloane de exterior inverse, de exemplu, ale cuplelor, care se aplică pe cuplele corespunzătoare ale modelului.

Pe modelul astfel executat se trasează : cuplele cu ajutorul flexibilelor; coastele cu ajutorul unui dispozitiv; linia de plutire de construcție *LPC*; stringherii și cusăturile bordajului relevate din secțiunea

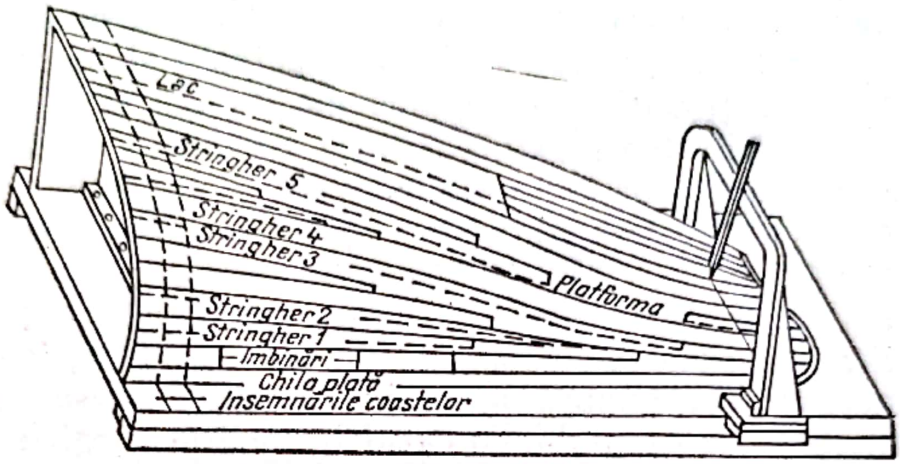


Fig. 11.17

maestră și din planul longitudinal; cusăturile în lungime, lățimea tablelor bordajului, luîndu-se din planul transversal; îmbinările verticale ale tablelor bordajului și ale stringherilor.

În afară de acestea, pe model se mai trec următoarele linii: liniile punții și ale bordului; contururile etravei și etamboului; pereții; axele arborilor portelice, diferitele deschideri în puncte și punțile intermediare.

Pentru ilustrarea celor arătate mai sus în fig. 11.17 este reprezentată o parte a modelului cu unele linii trasate pe el.

Avînd modelul, de pe acesta se execută desenul desfășuratei tablelor bordajului care servește la stabilirea necesarului de material (cantitatea de tablă). Pentru aceasta, după ce în prealabil s-a trasat linia de bază și pe ea proiecțiile perpendiculare ale coastelor, cu ajutorul șipcilor flexibile, se determină distanțele tuturor cusăturilor punților, stringherilor, liniilor de plutire etc. după conturul coastelor. Începînd de la *LB*, distanțele respective se raportează pe desen, iar punctele obținute unite prin curbe bine aviate determină desenul desfășuratei tablei bordajului.

Pentru ușurarea urmăririi lucrărilor de confecționare, fasonare, de exemplu în cazul tablelor gurnei și extremității pupa, și montare a

Scanned with OKEN Scanner

tablelor bordajului, atît pe desen cît și pe model, acestea se marchează cu o literă a alfabetului urmată de un indice, primul șir de table formînd rîndul *A* și continuînd cu celelalte șiruri de tablă spre punte, notate cu *B*, *C*... etc. A doua tablă a chilei, de exemplu, se va nota cu A_2 iar tabla a douăsprezecea a șirului al treilea se va nota cu C_{12}, numerotarea făcîndu-se de la pupa spre prova.

Executarea șabloanelor, carcaselor și machetelor. Pentru redarea cît mai exactă a celor mai complicate forme ale navei se confecționează — în sistemul clasic de trasaj — șabloane, carcase și machete.

Șabloanele confecționate din scînduri de pin sau brad cu grosimea de 10—15 mm (umiditatea maximă admisă 10—12%), bine rindeluite, servesc la curbarea și fasonarea profilelor, verificarea blocurilor de chilă, controlarea etravei și etamboului, uneori pentru trasarea varangelor, guseelor, pereților transversali etc.

Pentru reproducerea curbelor de pe planșeu pe scîndura șablon, se folosesc diferite metode și dispozitive date în fig. 11.18, folosirea unei sau a altei metode fiind impusă de felul cum au fost trasate liniile planului de forme. Așa de exemplu, în cazul trasării prin zgîriere cu un ac de trasat, se folosește una din cele mai vechi metode, care constă în apăsarea unei scînduri pe cuiele aplicate pe curba de copiat. Urmele acestor cuie se unesc printr-o curbă continuă cu ajutorul unei șipci flexibile (fig. 11.18, *a*).

O altă metodă, numită și metoda tangentei, este evidentă în fig.11.18, *b*, unde din loc în loc, cu ajutorul unui compas, cu aceeași deschidere, se trasează arce de cerc pe scîndura aplicată în vecinătatea curbei. Unind aceste arce de cerc cu o șipcă flexibilă fixată tangent la arce, se obține curba de relevat.

Folosirea metodelor de mai sus prezintă dezavantajul că se deteriorează planșeul de trasat. Pentru eliminarea acestui dezavantaj, șipca flexibilă *4* (fig. 11.18, *c*) se fixează cu ajutorul greutăților *5* pe curba de pe planșeu, scîndura de însemnat *2* fiind așezată în apropierea șipcii. Cu scîndura *3*, în formă de dreptunghi, care se plimbă de-a lungul șipcii, se trasează cu creionul curba *1* paralelă cu prima. În unele cazuri scîndura *3* este înlocuită cu dispozitivul de copiat arătat în figura 11.18, *d*. Cum este evident și în figură, dispozitivul este prevăzut cu două vîrfuri ce prezintă avantajul că se pot trasa deodată, două curbe paralele, aceasta fiind necesar mai ales la însemnarea pe șablonul ce se confecționează a grosimii tablelor bordului.

Pentru relevarea curbelor pe șabloane se folosește mai des dispozitivul arătat în fig. 6.49, iar cea mai modernă metodă de transpunere a curbelor de pe planșeu pe șablon, constă în folosirea pantografului.

Scanned with OKEN Scanner

Pantograful din fig. 11.18, *e* face posibilă transpunerea, la scara 1 : 1, a unei figuri geometrice de pe planșeta de trasaj pe un șablon sau pe materialul ce urmează a fi prelucrat. El se compune din placa

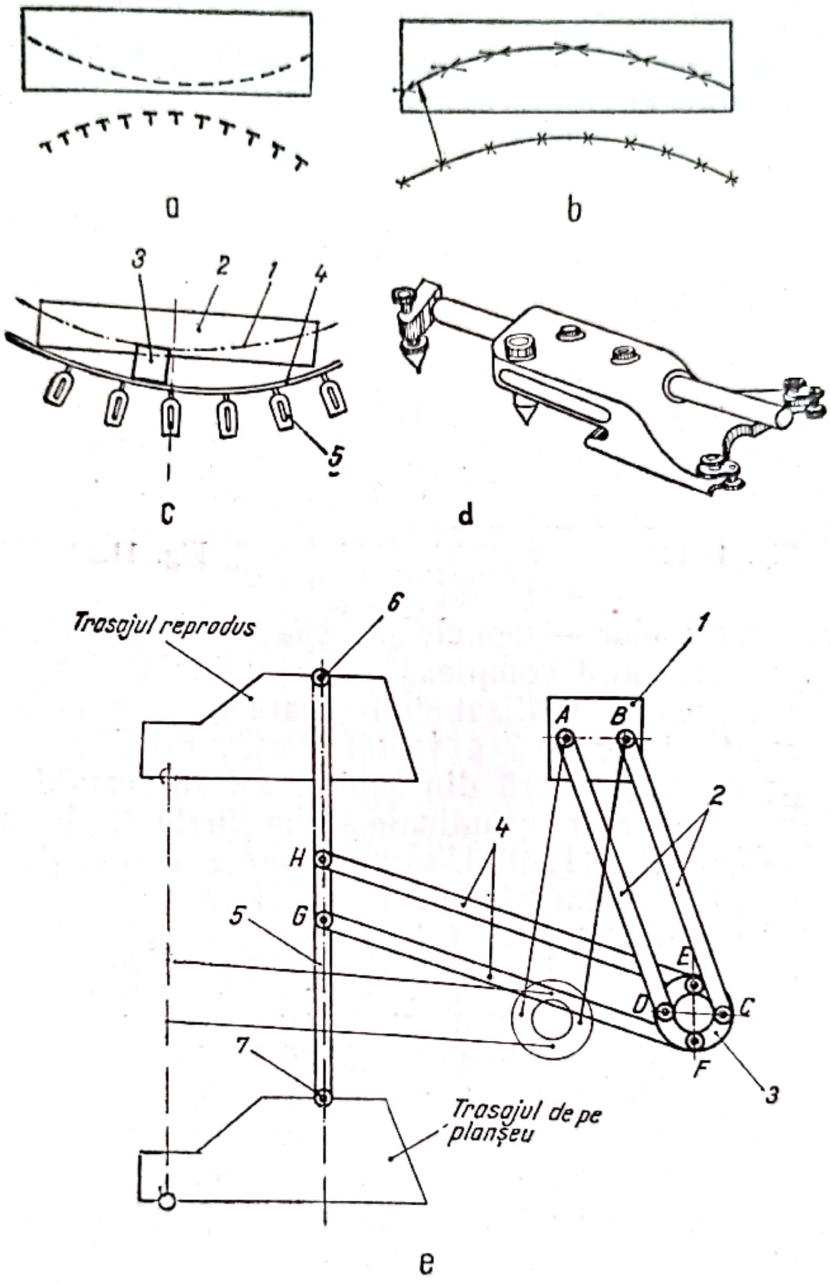


Fig. 11.18

1, barele *2*, inelul *3*, barele *4* și pîrghia *5*, prevăzută la cele două capete cu acul de trasaj *6* și acul de urmărire *7*. Brațele pantografului formează două paralelograme *ABCD* și *EFGH* cu lungimile laturilor opuse egale

Scanned with OKEN Scanner

adică $\overline{AB} = \overline{CD}$; $\overline{BC} = \overline{AD}$; $\overline{EF} = \overline{GH}$; $\overline{FG} = \overline{EH}$. Placa *1* fiind fixată cu cleme de material sau de planşetă, latura BC va fi tot timpul paralelă cu $\overline{AD}$, iar $\overline{EF}$ cu $\overline{GH}$. Pîrghia *5* va efectua o translaţie în plan, axa ei rămînînd perpendiculară pe AB (poziţiile succesive ale axei ei sînt paralele).

Avînd curbele reproduse pe scîndura şablon, urmează prelucrarea şi finisarea acestora cu ajutorul fierăstrăului panglică, a rindelei şi hîrtiei şmirghel.

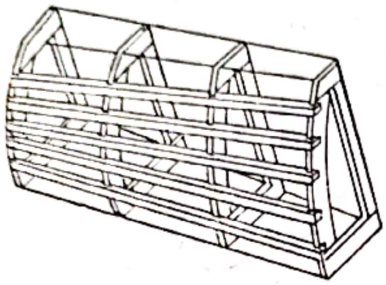


Fig. 11.19

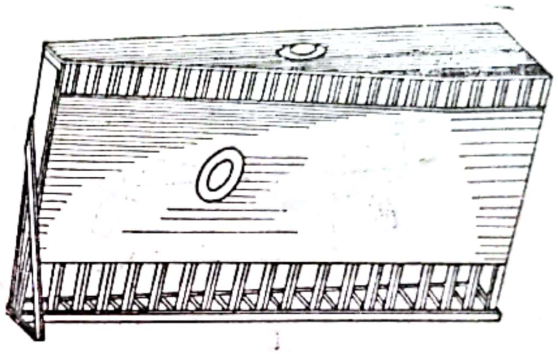


Fig. 11.20

Executarea carcaselor — modele în spaţiu — se fac pentru acele table care au o curbură complexă (longitudinală şi transversală) şi pentru care este greu de realizat desfăşurata geometrică a tablei. Ele reproduc suprafaţa interioară a tablei desfăşurate.

Carcasele se confecţionează din şabloane transversale separate, legate între ele cu scînduri longitudinale şi diagonale din brad, avînd grosimea de 13—18 mm (fig. 11.19). Uneori carcasele servesc şi la executarea patului pentru curbarea tablelor navelor sudate etc.

Machetele se execută în cazul cînd desfăşurarea geometrică a unor elemente de construcţie este imposibilă. De obicei, în sala de trasaj se confecţionează următoarele machete: macheta extremităţii provei cu nările de ancoră şi ancorele respective; macheta extremităţii pupei în regiunea arborilor portelici, tubului etamboului etc; macheta unor regiuni complicate ale contururilor exterioare ale corpului navei.

În fig. 11.20 este redată macheta extremităţii provei. Aceasta serveşte la determinarea poziţiei de amplasare corectă a nărilor de ancoră şi la stabilirea dimensiunilor respective.

Machetele armăturilor se execută din lemn masiv, iar cele ale tubulaturii din sîrmă şi se fixează prin brăţări.

După confecţionarea şabloanelor şi machetelor, acestora li se face o nouă verificare, după planurile de execuţie a trasajului, după care pot fi date la atelierul de construcţie a corpului.

Scanned with OKEN Scanner

11.3. *Trasarea modernă în construcții navale*

11.3.1. *Considerații generale*

Creșterea considerabilă a producției navale în ultima perioadă, construirea unor nave de mare capacitate și tendințe de sporire neîncetată a productivității muncii a impus necesitatea înlocuirii metodelor clasice de trasaj prin metode moderne, economice și de mare randament. În ordinea apariției lor, s-au impus următoarele metode:

— trasarea fotooptică;
— trasarea fotoelectrică.

În cazul primei metode, negativele desenelor șablon sînt proiectate pe verticală dintr-un turn de proiecție cu înălțimea corespunzătoare, în mărime naturală, pe tablele așezate pe o masă la partea inferioară a turnului de proiecție. După conturul luminos ce apare pe tablă, se punctează perimetrul piesei făcîndu-se și inscripționarea fiecărui element, cu datele ce sînt fotografiate o dată cu conturul. Urmează apoi debitarea la foarfece mecanic sau cu oxigen (în general semiautomat sau automat).

În cazul metodei a doua, clișeul negativ (fig. 11.21) este introdus într-o mașină automată de debitare cu celulă fotoelectrică, care urmărește perimetrul pieselor și realizează tăierea cu flacără oxiacetilenică, fără a mai fi nevoie de trasarea pieselor pe tablă. De asemenea cu ajutorul celei de-a doua celule fotoelectrice mașina realizează și însemnarea diferitelor elemente de referință ce trebuie să existe pe piese (linii de

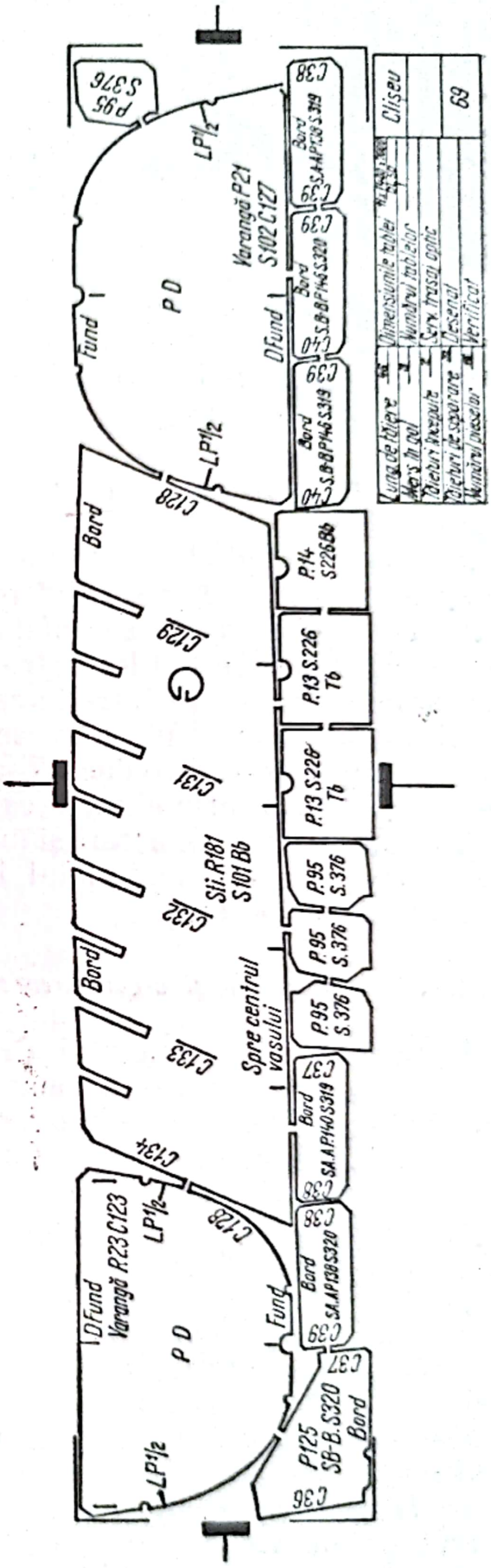


Fig. 11.21

construcție etc). Metoda este mult mai productivă decît prima și se folosește în special pentru debitarea pieselor cu contururi curbe, deși din punct de vedere al trasării pure metodologia nu este esențial deosebită.

Ca metodologie de trasare, diferența constă mai ales în aceea că grosimea liniilor realizate în tuș este de 0,1 mm în cazul primei metode, și de 0,4 mm în cazul celei de-a doua.

În afara mașinii cu celulă fotoelectrică pe care se realizează debitarea pieselor, mai există și un alt tip, așa-numita mașină în coordonate, care debitează piese a căror formă se prezintă ca niște fîșii de lungime mare. În acest caz se indică doar distanțele la care trebuie așezate suflaiurile de tăiere ale mașinii.

11.3.2. *Avantajele trasajului optic, față de trasajul clasic*

Față de trasajul clasic, trasajul optic prezintă următoarele avantaje principale: erorile de trasaj sînt reduse (2—3 mm);manopera de trasare se reduce cu circa 40%; suprafața necesară trasării se reduce de 3 — 4 ori (se reduc și investițiile pentru construirea sălilor de trasaj și cheltuielile necesare pentru întreținerea acestora); crește volumul producției de circa două ori, folosind aceleași suprafețe existente ale sectoarelor de trasaj; se reduce considerabil materialul lemnos (placaj, scînduri) utilizat, prin eliminarea șabloanelor de lemn, a panourilor etc; posibilitate de păstrare ușoară și în condiții sigure (fără pericolul contracției pe care-l prezintă materialul lemnos, deteriorare etc) a planului de forme, șabloanelor etc.

11.3.3. *Amplasarea și organizarea atelierului de trasaj optic*

La amplasarea atelierului de trasaj optic se au în vedere aceleași deziderate arătate la amplasarea atelierului de trasaj clasic. Desigur, realizarea unei amplasări judicioase depinde și de stadiul de organizare la care se găsește un șantier naval în momentul cînd se pune o astfel de problemă. Problema va căpăta rezolvare optimă în cazul unui șantier în construcție sau reorganizare masivă și corespunzător ansamblului de probleme ce trebuie avute în vedere, în cadrul unui șantier care își propune o reorganizare de mai mică amploare. În orice caz, în funcție de operațiile tehnologice pe care le presupune trasajul optic, acest atelier trebuie să cuprindă următoarele grupe de încăperi (fig. 11.22): Încăperea pentru trasaj *I*, care cuprinde mesele *1* și *2* pentru trasarea planului de forme (transversal—*1*, longitudinal și orizontal—*2*), mesele *3* pentru întocmirea schițelor pieselor și a desfășuratelor și dulapurile *14*. Încăperea *II*, pentru executarea desenelor șablon și a desenelor de copiere, dotată cu mesele *4* și scaunele *4'*. Încăperea *III*, pentru fotografierea

Scanned with OKEN Scanner

desenelor șablon, dotată cu aparatul de fotografiat *9*, ecranul *10*, reflectoarele *11*, masa de lucru *13* și dulapurile *14*. Încăperea IV, pentru copierea desenelor trasate la scară și a desenelor de copiere, prevăzută cu o masă cu vid *5*, pe care se așază desenul. Încăperea pentru developare și fixare *V*, are în dotare băile *6*, *7*, *8*, și *12*, pentru developarea, fixarea și spăla-

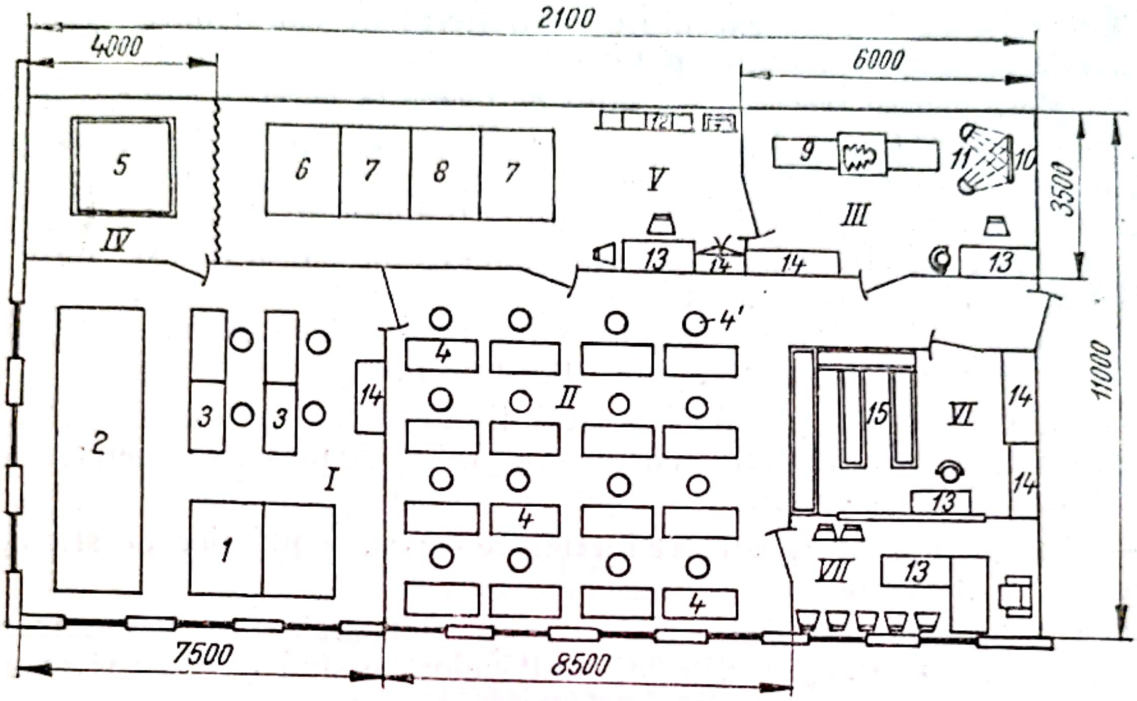


Fig. 11.22

rea copiilor negative și pozitive, masă de lucru și dulapuri. Încăperea pentru arhivă *VI* este dotată cu masă de lucru *13*, dulapurile *14* și stelajele *15*, iar biroul șefului de atelier *VII* este dotat cu mese și scaune.

Pentru a se putea realiza lucrările de trasaj optic, atelierul de trasaj, și mai ales încăperile unde se trasează planul de forme și desenele șablon sau de copiere, trebuie să îndeplinească următoarele condiții principale: să aibă lumină suficientă — naturală și artificială (60 — 80 lx pentru lumina naturală și 150 lx, respectiv 500 lx, în cazul folosirii lămpilor cu incandescență sau a lămpilor fluorescente); să aibă o umiditate și temperatură constantă (18 — 20°C), pentru a se evita deformarea hîrtiei (această condiție se realizează prin folosirea unei instalații de aer condiționat); să aibă spațiu suficient care să permită manevrarea comodă a întregului utilaj; să fie izolat de trepidațiile și zgomotul atelierelor productive.

La stabilirea dimensiunilor încăperilor atelierului de trasaj optic se ține seama de următorii factori: dimensiunile navelor ce urmează a fi

Scanned with OKEN Scanner

construite; simultaneitatea comenzilor ce trebuie executate; utilajul și personalul existent; termenele de livrare a navelor (acestea pot determina majorarea sau micșorarea personalului și respectiv a suprafețelor de lucru).

11.3.4. *Dotarea atelierului de trasaj optic*

Lucrările ce trebuie executate în atelierul de trasaj optic presupun ca acesta să aibă o anumită dotare, și anume:

— Mese pentru trasarea planului de forme la scară, a căror înălțime să fie de 750—800 mm. Planul transversal se trasează pe o masă, iar planul longitudinal și cel orizontal, pe altă masă;suprafața de lucru a meselor trebuie să fie cît mai plană (abatere admisă 0,5 mm/m). Pentru a se putea trasa nave de diferite mărimi se recomandă ca mesele să fie executate cu bază fixă și cu tăblii demontabile.

— Mese pentru desen (planșete) cu dimensiuni de 1 500 × 900 mm și suprafață plană (abatere admisă 0,5 mm/m).

— Mese de copiat, prevăzute cu tăblii de sticlă și dedesubt cu lămpi de iluminat, necesare executării desenelor șablon ale pieselor simetrice față de *PD* (în ambele borduri).

— Dulapuri pentru păstrarea hîrtiei de desen, a plăcilor de sticlă, a schițelor și desenelor.

— Dulapuri pentru păstrarea instrumentelor; stelaje pentru păstrarea șipcilor flexibile, a riglelor, a dispozitivelor de strîngere etc și scaune pentru mesele de desen.

— Termometre pentru măsurarea temperaturii camerelor.

— Huse din material dens pentru acoperirea meselor de trasaj.

Dotarea laboratorului foto. Laboratorul foto trebuie să fie dotat cu următoarele utilaje: aparat de fotografiat, pentru fotografierea desenelor șablon (fig. 11.23), prevăzut cu: un tablou *1* de distribuție a energiei electrice de la rețea, pentru alimentarea părții electrice a aparatului, a lămpilor reflectoarelor și a electomotorului, un compresor *2*, care asigură depresiune în ecran și o masă cu vid *3*, pentru așezarea desenelor în vederea fotografierii (hîrtia desenată este întinsă și menținută în poziție fixă); aparat pentru copiat și mărit (fig. 11. 24); băi pentru developarea, fixarea și spălarea copiilor negative și pozitive; dulapuri pentru păstrarea chimicalelor; dulap pentru uscarea negativelor; cîntare de laborator cu greutăți mici; termometre și secundometre etc.

Încăperile laboratorului foto trebuie să fie prevăzute și cu lămpi electrice de culoare roșie, iar dușumeaua încăperii unde se developează, întrucît se lucrează permanent cu chimicale, va fi acoperită cu plăci de mozaic. Toate încăperile vor fi prevăzute cu ventilație artificială de extracție.

Scanned with OKEN Scanner

11.3.5. *Tehnologia trasării*

În scopul realizării unui trasaj de calitate corespunzătoare se aplică următoarea tehnologie:

— Se trasează pe panouri planul de forme al navei, folosind tabelul de trasaj definitiv (corectat după încercările de bazin), scara alegîndu-se de 1 : 10 sau 1:5 ,în funcţie de dimensiunile navei.

— Se fotografiază planul de forme trasat la scară (în unul sau mai multe exemplare în funcţie de numărul şantierelor navale la care trebuie trimis).

— După planul de forme trasat la scară, după desenele de execuţie şi documentaţia tehnologică (schemele adaosurilor de prelucrare etc.) se execută desenele şablon (şabloanele pieselor).

— Se execută negativele desenelor şablon, cu ajutorul aparatului de fotografiat; aceste negative folosesc proiectării pieselor din turnul de trasaj (conturul luminos al pieselor se punctează pe tablă). De men-

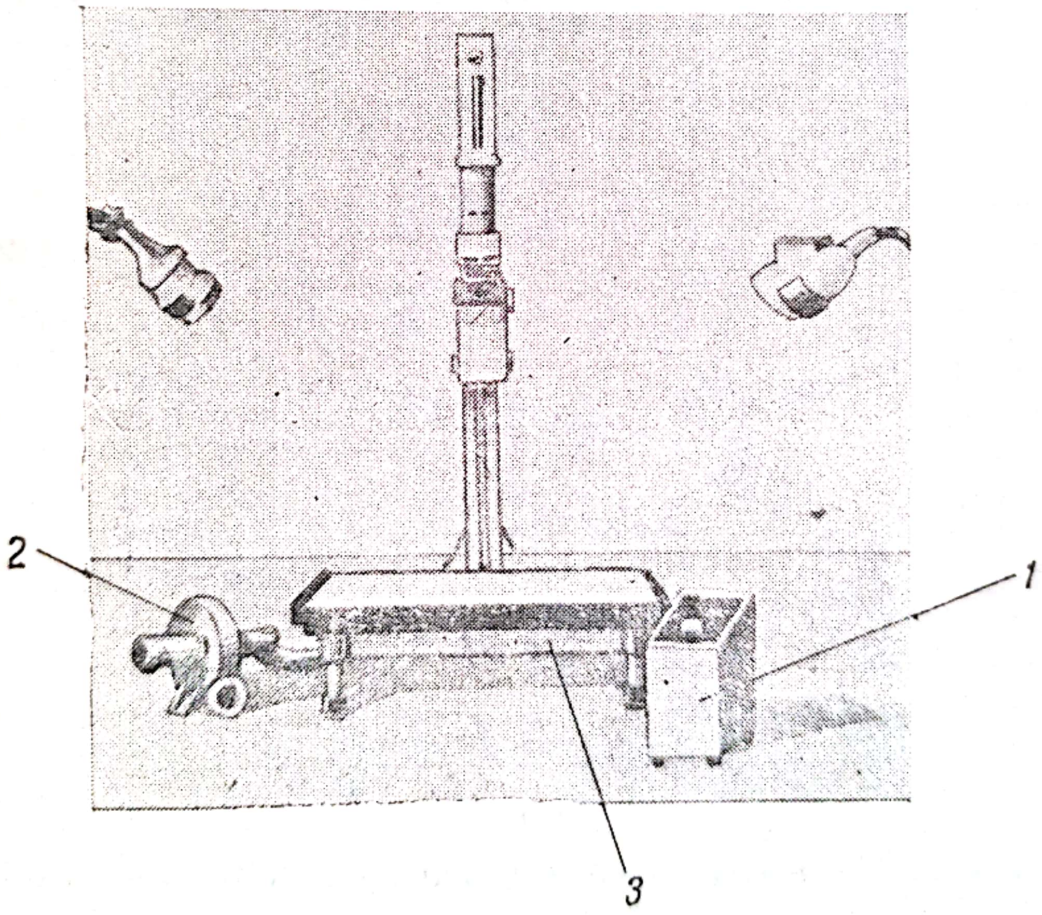


Fig. 11.23

ţionat că pe desenele şablon fotografiate sînt prevăzute toate notaţiile necesare asamblării, precum şi indicaţiile tehnologice. În cazul cînd debitarea se face la maşina automată cu celulă fotoelectrică, folosind

Scanned with OKEN Scanner

aceleași materiale (planul de forme, desenele de execuție și documentația tehnologică) se execută desene speciale (cu grosimea liniilor trasate în tuș de 0,4 mm) care se fotografiază, negativele introducîndu-se în această mașină (debitarea de face fără a mai fi nevoie de trasarea pe tablă).

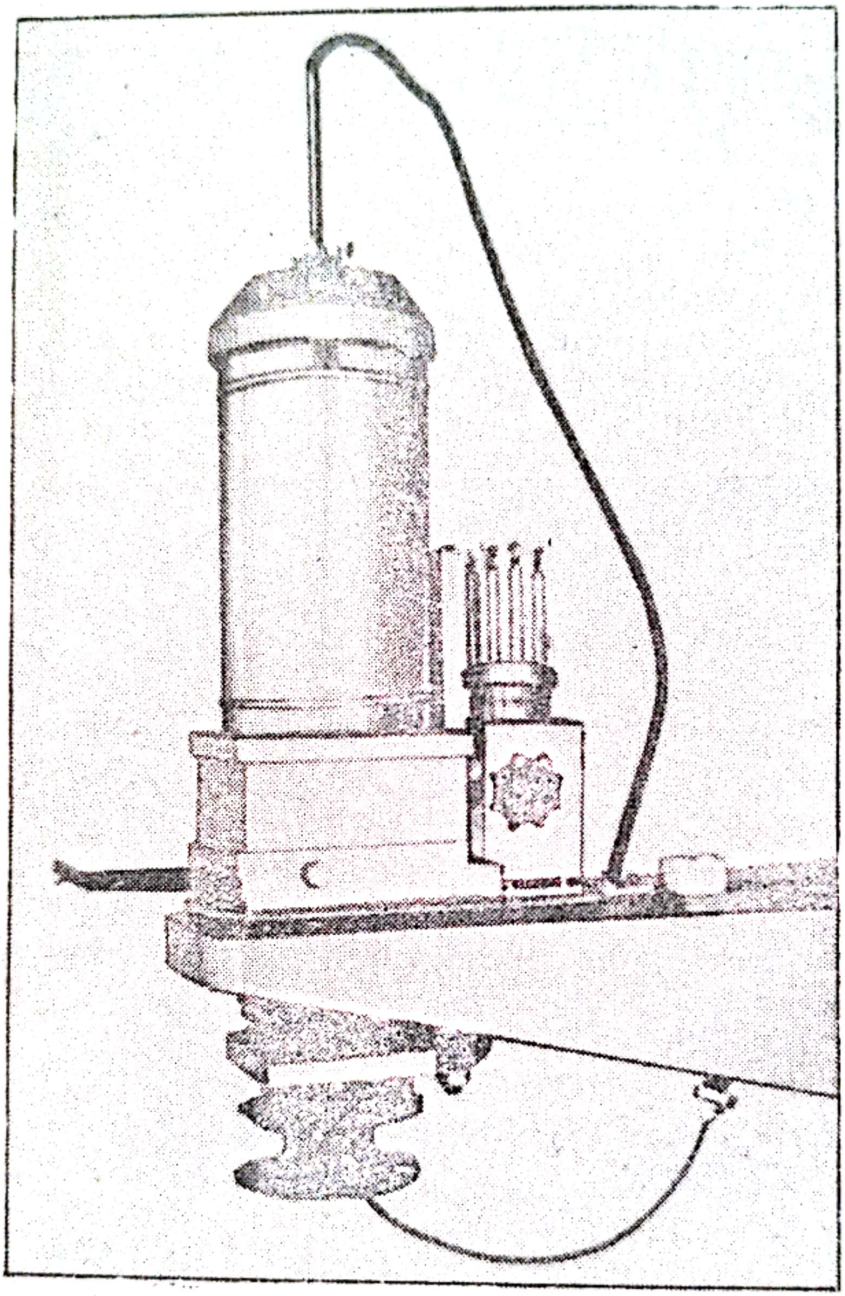


Fig. 11.24

— Se execută pozitivele (pentru o mai ușoară citire de către executanți).

Din înșiruirea operațiilor trasajului optic se trage concluzia că se reduce considerabil numărul lucrărilor, activitatea rezumîndu-se în general la executarea de șipci, carcase, machete ale unor părți ale navei, sau modelul la scară al corpului navei.

Scanned with OKEN Scanner

Execuţia unui model pentru turnare se face după o piesă existentă sau, cel mai obişnuit, după un desen al piesei respective.

În atelierele de modelărie mai mari, modelele se execută după desene completate şi cu tehnologia de turnare. Dacă nu este indicată tehnologia de turnare, atunci, după o analiză atentă, modelierul va stabili poziţia de turnare, planul de separaţie, mărimea adaosului de turnare, părţile demontabile şi numărul miezurilor care compun garnitura de model, reţeaua de alimentare, valoarea contracţiei în funcţie de metalul din care se toarnă.

12.1. *Trasarea de execuţie*

În vederea execuţiei modelului este necesar de făcut o schiţă foarte precisă a piesei pe o planşetă de atelier. Se pregăteşte o planşetă de lemn sau de placaj care să aibă două laturi date cu rindeaua formînd un unghi de 90° între ele. Pe această planşetă se desenează piesa la scara 1 : 1, cît mai exact posibil. Instrumentele de măsurare, metrul, şublerul, linialele, vor fi prevăzute cu valoarea contracţiei metalului turnat. În cazul folosirii instrumentelor de măsurare fără contracţie se va determina pentru fiecare cotă, valoarea contracţiei care trebuie adăugată dimensiunii nominale. De exemplu: dacă se dă cota nominală de 300 mm şi contracţia de 1,5%, rezultă că valoarea contracţiei este $\frac{300 \times 1{,}5}{100} =$ $= 4{,}5$ mm şi deci cota modelului va fi de $300 + 4{,}5 = 304{,}5$ mm.

De obicei piesa se reprezintă în trei vederi. Dacă complexitatea piesei este mare se desenează şi unele secţiuni sau vederi ale feţelor opuse. Pe aceeaşi vedere a piesei pot fi desenate şi detalii interioare grosimea pereţilor, nervuri, bosaje. Detaliile a două feţe paralele pot fi desenate suprapuse în aceeaşi vedere. Execuţia desenului începe cu trasarea axelor piesei, apoi se trasează conturul exterior, centrul diferitelor orificii sau bosaje, încheindu-se o dată cu trasarea tuturor detaliilor.

Eventualele greşeli constructive făcute la proiectarea piesei, pot fi puse în evidenţă prin trasajul modelierului.

Scanned with OKEN Scanner

Liniile se trasează cu un creion negru bine ascuțit de preferință, 3H sau 4H. După execuția desenului și efectuarea unui control al preciziei, se definitivează liniile prin trasarea lor cu un ac de trasaj sau cu o lamă confecționată din oțel. Pe acest desen se vor trasa liniile de separație ale modelului și ale cutiilor de miez, mărcile miezurilor, conicitățile și racordările pentru turnare conform STAS 781-57 (tabelul 12.1).

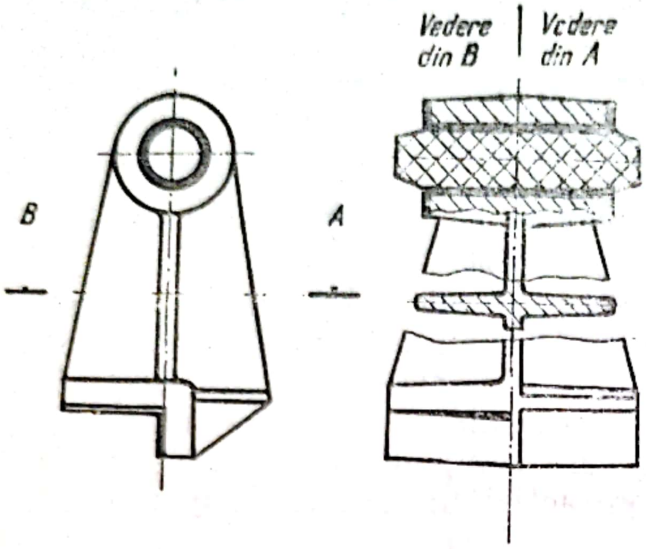


Fig. 12.1

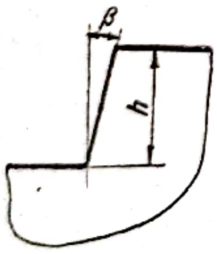
Adaosurile de prelucrare se marchează prin linii paralele cu suprafețele ce se prelucrează și se haşurează cu creion colorat (de preferință roșu). Miezurile se haşurează cu creioane colorate.

După desenul efectuat pe planșetă se confecționează șabloane pentru racordări și gabarite, pentru închiderea formei de turnătorie. În fig. 12.1 este prezentat trasajul pe planșetă a unui model de palier.

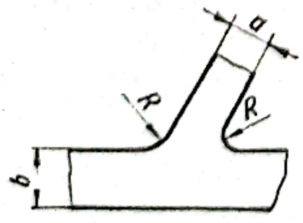
Suprafețele perpendiculare pe planul de separație sînt prevăzute cu înclinații pentru turnare.

Tabelul 12.1

Racordări și înclinații pentru turnare (extras din STAS 781-57)



Înclinarea	β°	h
1 : 5 1 : 10	11°20′ 5°50′	sub 25 mm
1 : 10 1 : 20 1 : 30 1 : 50	5°50′ 3° 1°30′ 1°10′	peste 25 mm



R_{max}	$\frac{a+b}{6}$
R_{min}	$\frac{a+b}{10}$

Scanned with OKEN Scanner

12.2. *Trasarea unui sfert de bandaj*

În siderurgie se utilizează blindarea interioară a conductelor de tablă cu căptușeli de fontă formate din segmenți. În fig. 12.2, *a* se vede desenul unui astfel de blindaj situat la locul de bifurcație al conductelor. În fig. 12.2, *b* este prezentată tehnologia trasării. După ce

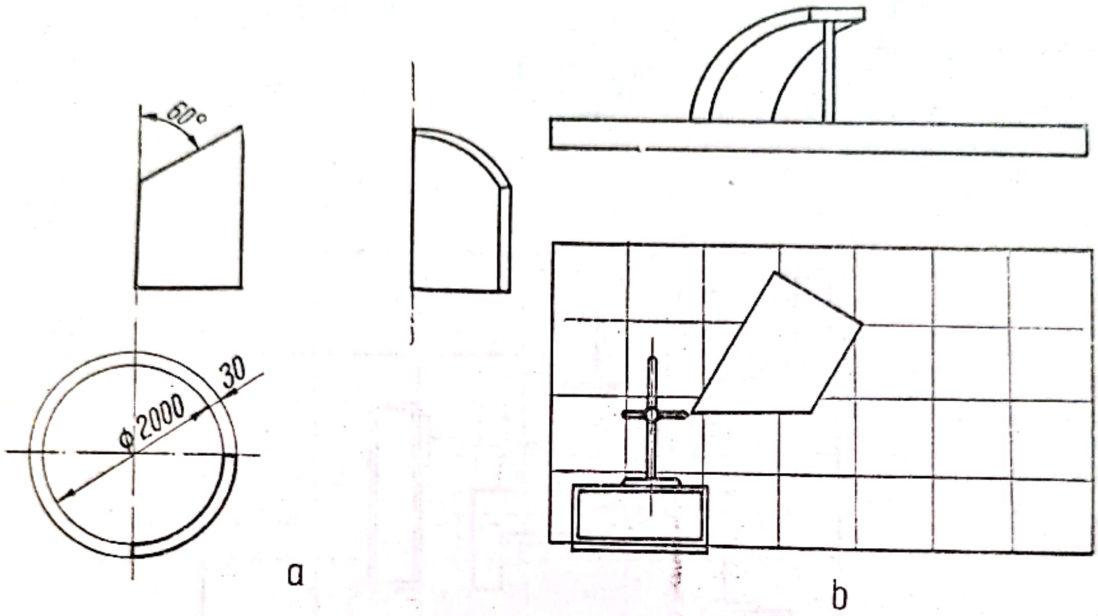


Fig. 12.2

se verifică raza de 1 000 mm și grosimea peretelui, segmentul este așezat cu latura mare pe masă pentru controlul bazei și muchiei teșite la înclinația de 60°. Trasarea muchiei înclinate se face cu un paralel și o cutie de trasare. Segmentul este ținut în poziție corectă de un suport de lemn de mărime egală cu raza interioară.

12.3. *Trasarea unui cot de țeavă*

Trasarea pe planșetă începe cu însemnarea centrului, axei de simetrie și a două axe perpendiculare între ele care se întîlnesc în centru (fig. 12.3). Se trasează apoi patru arce de cerc care marchează interiorul și exteriorul în porțiunea curbă. După însemnarea poziției flanșelor față de cele două axe perpendiculare, se continuă liniile curbe pentru completarea țevii propriu-zise. Schița cotului este terminată după marcarea adaosului de prelucrare și a mărcilor pentru miez. Apoi se transpun dimensiunile de pe planșetă pe materialul pregătit pentru executarea modelului.

Controlul modelului se face pe o masă de trasaj. Prima operație este așezarea cu ajutorul unui paralel a unei jumătăți de model, cu planul

Scanned with OKEN Scanner

de separație paralel cu suprafața mesei. Axele modelului vor fi paralele cu marginile mesei de trasat, luîndu-se ca plane de referință muchiile flanșelor. Se determină apoi poziția centrului de curbură al cotului pe o bucată de lemn tare, prin trasarea a două axe perpendiculare. Din acest centru se trasează axa medie a curburii și conturul pereților. Cu

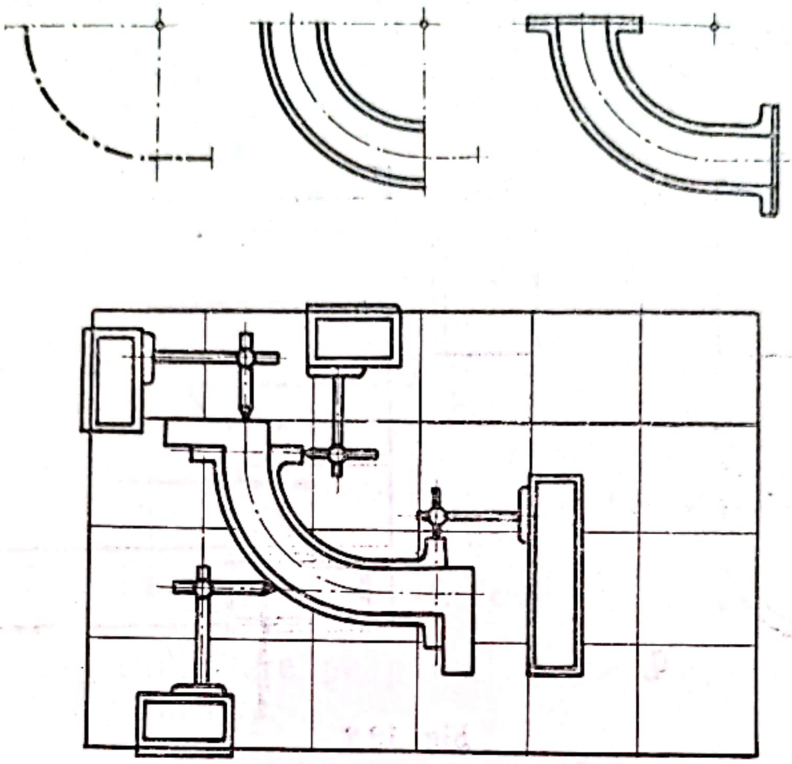


Fig. 12.3

paralelul se trasează partea rectilinie a pereților și mărimea adaosului de prelucrare, precum și mărcile miezului. După ce se așează deasupra cealaltă jumătate de model se va trasa grosimea flanșelor și adaosul de prelucrare. Grosimea cotului (diametrul exterior) în stare asamblată se măsoară cu compasul sau cu șablonul.

Cutia de miez se verifică tot prin trasarea pe masă. Profilul se verifică cu șabloane.

12.4. *Trasarea cercurilor înscrise pentru răcire*

La turnarea pieselor din oțel se formează retasuri datorită contracției, care pot duce la rebutarea pieselor din cauza golurilor apărute în locurile îngroșate. De exemplu, îmbinările dintre obada sau butucul roților cu spițele precum și ramificațiile pereților prezintă îngroșări față de secțiunile alăturate. În timpul răcirii metalului, în aceste secțiuni

Scanned with OKEN Scanner

îngroşate rămîne metal lichid, în timp ce în celelalte părţi mai subţiri ale piesei metalul s-a solidificat. Prin solidificarea în continuare a acestor pungi de lichid, volumul micşorîndu-se şi nemaiputînd fi alimentat din maselotă, apar goluri interioare.

Acest inconvenient poate fi înlăturat prin metoda „isotermelor — isosolidusurilor" sau a cercurilor înscrise. Prin acest procedeu se dirijează răcirea piesei astfel ca solidificarea să înceapă de la secţiunile mai mici, rămînînd o legătură continuă între lichidul din pungă şi cel din maselotă. Pentru aceasta va trebui ca între secţiunile cele mai îndepărtate şi maselotă să nu existe strangulări.

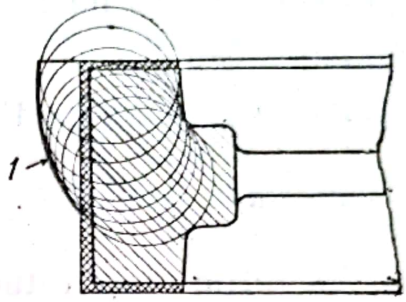


Fig. 12.4

După ce a fost executat trasajul pe planşetă al modelului, se vor observa secţiunile îngroşate. În aceste secţiuni se desenează un cerc de mărime maximă, tangent la conturul piesei. În fig. 12.4 este arătată schiţa unei roţi pe care se trasează cercurile înscrise. Cu raza cercului desenat în secţiunea maximă, se desenează o succesiune de cercuri tangente la partea interioară a obadei (care va rămîne neprelucrată), pînă ce ultimul cerc va avea centrul pe marginea superioară a piesei.Se duce înfăşurătoarea acestor cercuri, adică se trasează o linie tangentă la aceste cercuri care va determina conturul exterior al piesei turnate (curba *1*).

12.5. *Trasarea modelelor roţilor dinţate cilindrice*

Formele roţilor dinţate cilindrice cu dantura dreaptă cu dinţi turnaţi pot fi executate cu modele prevăzute cu dinţi (model natur) sau cu miezuri. În acest din urmă caz, profilul dinţilor se obţine cu ajutorul unor cutii de miez prevăzute cu cîţiva dinţi, obada roţii formîndu-se cu şablonul sau cu un model fără dinţi. În cazul formării cu model, dinţii pot fi executaţi separat şi apoi asamblaţi pe obadă sau pot fi tăiaţi direct pe model.

Înainte de a trece la confecţionarea modelului sau cutiei de miez, trebuie trasată pe o planşetă o porţiune din roată care va cuprinde 2—3 dinţi. Trasarea profilului flancurilor a fost arătată la capitolul 7.

În continuare se va urmări trasarea unui model pentru o roată dinţată, fără adaos de prelucrare, cu următoarele caracteristici:

numărul dinţilor	$Z = 32$;
modulul	$m = 20$ mm;
cremaliera de referinţă	$20° — 1 — 0{,}25$.

Scanned with OKEN Scanner

Se calculează:

— diametrul de divizare $D_d = mZ = 20 \times 32 = 640$ mm;

— diametrul de vîrf $D_e = D_d + 2m = 640 + 40 = 680$ mm;

— înălțimea dinților $h = 2{,}25\ m = 45$ mm;

— diametrul de fund $D_i = D_e - 2h = 680 - 90 = 590$ mm;

— pasul danturii $p = m\pi = 62{,}832$ mm;

— grosimea plinului dintelui $s_d = \frac{19}{40} p = 29{,}85$ mm;

— grosimea golului $s_g = \frac{21}{40} p = 32{,}99$ mm;

La roțile dințate turnate fără adaos de prelucrare grosimea golului nu este egală cu grosimea plinului. Golul este mai mare cu 1/40, iar plinul este mai mic cu 1/40 din jumătatea pasului. Dacă roțile dințate se vor prelucra pe flancuri, atunci în stare prelucrată golul va fi egal cu plinul. Adaosul de prelucrare se va lăsa peste această cotă.

Raza cercului de bază $R_d = mc = 20 \times 15{,}03 = 300{,}6$ mm.

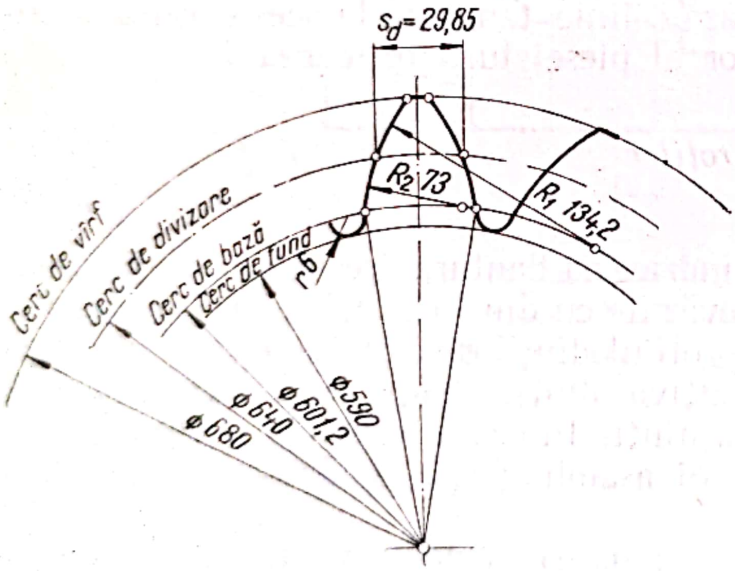


Fig. 12.5

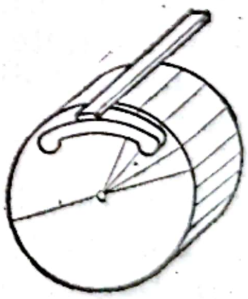


Fig. 12.6

Profilul flancurilor va fi trasat cu razele $R_1 = ma = 20 \times 6{,}71 = 134{,}2$ și $R_2 = mb = 20 \times 3{,}65 = 73$.

Valorile coeficienților a, b și c sînt date în tabelul 7.2.

Racordarea fundului la piciorul dintelui

$$r = 0{,}3\ m = 0{,}3 \times 20 = 6 \text{ mm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 12.5 este arătat desenul pe planșetă a roții dințate cu elementele calculate mai sus.

Trasarea modelului începe prin însemnarea axelor de simetrie a dinților pe partea frontală și pe exteriorul cilindric al roții (fig. 12.6).

Cu compasul se trasează cercul de divizare al roții, care se va împărți în patru prin trasarea a două diametre perpendiculare. Se mai duc apoi alte două diametre care vor împărți cercul în opt părți egale. Mergînd așa mai departe se divizează cercul în 32 de părți egale care corespund numărului de dinți ai roții.

Trasajul făcut pe una din fețele roții va fi transpus pe cealaltă parte cu ajutorul unui echer special după cum se vede în figură.

După trasajul făcut pe planșetă se confecționează un șablon care va fi folosit la trasarea dinților pe partea frontală a roții în cazul tăierii dinților direct pe obada roții.

12.6. *Trasarea modelelor roților dințate conice*

Roțile dințate conice cu dantura dreaptă fără pretenții riguroase în funcționare pot fi obținute direct prin turnare, fără prelucrări ulterioare. De obicei formarea se va face cu modele prevăzute cu dinți. Turnarea în miezuri este mai puțin utilizată.

Spre deosebire de dinții roților cilindrice, dinții roților conice nu au același profil pe toată lungimea lor; de aceea sînt necesare două șabloane pentru trasarea profilului: unul pentru profilul pe conul suplimentar mic și altul pentru profilul pe conul suplimentar mare.

La capitolul 7 a fost arătat modul de determinare prin calcul a profilului celor două șabloane pentru roata cu următoarele caracteristici:

— numărul dinților	$Z = 24$;
— modulul	$m = 20$ mm;
— roata plană de referință	20° — 1 — 0,25;
— semiunghiul conului mediu	$\delta = 45°$.

Schița pe planșetă a roții conice se poate urmări în fig. 12.7. Se duce axa de simetrie a roții și se însemnă punctul P_1 la o depărtare de axă egală cu raza cercului de divizare ($0{,}5 \times 480 = 240$ mm) și la distanța $G = 339{,}5$ mm sau $L = 240$ mm de centrul O luate din desenul de execuție al piesei. Se trasează conul mare suplimentar, care va trece prin punctul P_1 și va fi perpendicular pe linia OP_1. Generatoarea acestui con intersectează axa de simetrie în punctul O_1; la distanța B se trasează conul mic suplimentar, care este paralel cu conul mare. Generatoarea lui va intersecta axa de simetrie în punctul O_2. Pe conul mare suplimentar se însemnă capul și piciorul dintelui P_1E_1 și P_1I_1 și se trasează

Scanned with OKEN Scanner

conurile exterior și interior al roții conice prin generatoarele lor OP_1 și OI_1. Intersecția acestor generatoare cu conul mic suplimentar determină punctele E_2 și I_2 care limitează înălțimea capului și piciorului

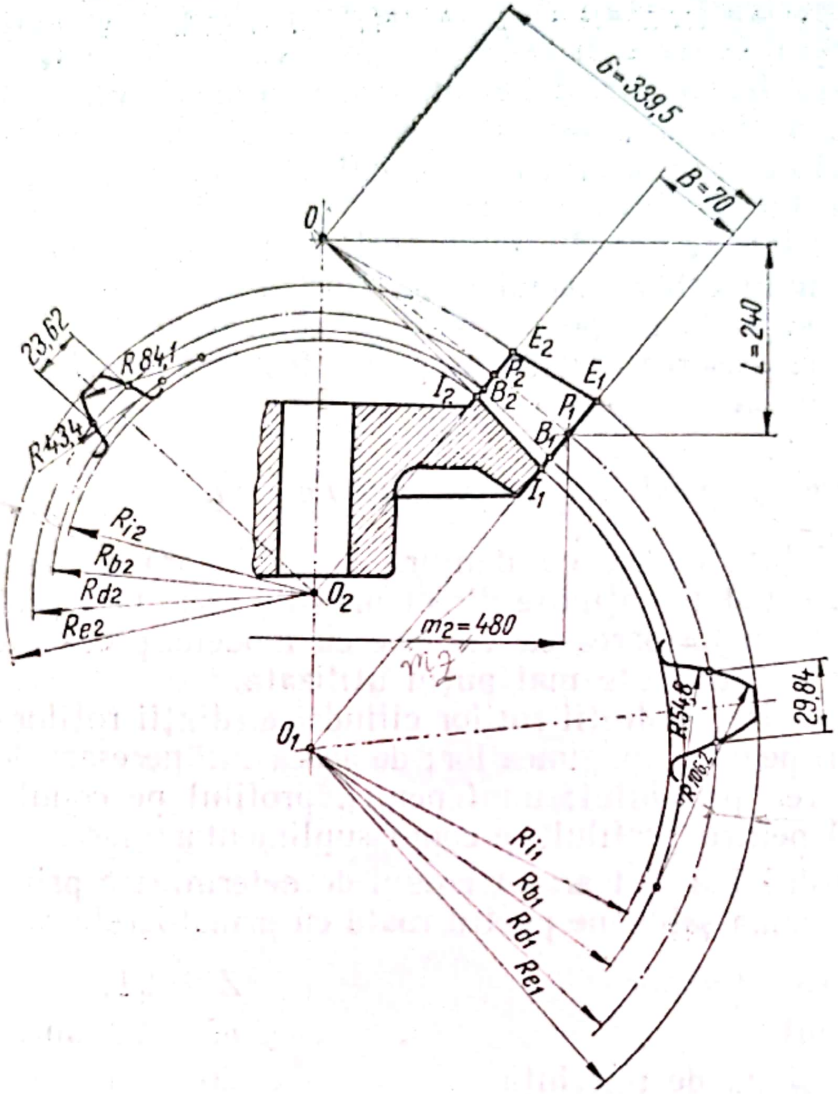


Fig. 12.7

dintelui; se continuă trasajul roții cu toate elementele constructive prevăzute în desenul de execuție. Se construiesc cele două roți cilindrice echivalente cu centrele în O_1 și în O_2. Se trasează arce de cerc cu razele O_1E_1, O_1P_1 O_1I_1 și O_2E_2, O_2P_2, O_2I_2, care sînt circumferințele exterioare, de divizare și de fund ale celor două roți. A patra circumferință de bază se trasează cu o rază mai mică decît raza cercului de divizare.

$$O_1B_1 = 0{,}94 \cdot R_d = 0{,}94 \times 240 = 225{,}6 \text{ mm}.$$

Unind punctul B_1 cu centrul O, se va determina raza cercului de bază al roții mici.

Scanned with OKEN Scanner

Modulul acestor roți echivalente va fi:

$$m_1 = m = 20 \text{ egal cu modulul roții conice;}$$

$$m_2 = m\frac{G - B}{G} = 20\frac{339{,}5 - 70}{339{,}5} = 15{,}83 \text{ mm.}$$

Grosimea plinului dintelui pe diametrul de divizare este mai mică cu 1 : 40 decît jumătatea pasului:

$$s = \frac{19}{40}\pi m = 1{,}492 \cdot m;$$

$$s_1 = 1{,}492 \times 20 = 29{,}84 \text{ mm;}$$

$$s_2 = 1{,}492 \times 15{,}83 = 23{,}62 \text{ mm.}$$

Pasul danturii pe circumferința de divizare:

$$p_1 = \pi\, m_1 = 62{,}83;$$

$$p_2 = \pi\, m_2 = 49{,}73.$$

Numărul de dinți al roților echivalente (mică și mare) nu este egal cu cel al roții conice decît în cazul cînd semiunghiul conului de divizare δ este egal cu 45°:

$$Z_e = \frac{2G \operatorname{tg} \delta}{m} = 24.$$

Profilul flancurilor se construiește luîndu-se în considerare modulele și numerele de dinți ale roților echivalente, coeficienții fiind dați în tabelul 7.2.

Pentru roata mare:

$$R_1 = am_1 = 5{,}31 \times 20 = 106{,}2; \quad R_2 = bm_1 = 2{,}74 \times 20 = 54{,}8.$$

Pentru roata mică:

$$R_1 = am_2 = 5{,}31 \times 15{,}83 = 84{,}1; \quad R_2 = bm_2 = 2{,}74 \times 15{,}83 = 43{,}4.$$

Profilul dinților roții mari corespunde profilului pe conul suplimentar mare, iar al celei mici pe conul suplimentar mic.

După trasajul pe planșetă (fig. 12.7) al roții dințate conice și al profilului flancurilor, se confecționează din placaj următoarele șabloane:

Scanned with OKEN Scanner

şabloane pentru strunjit exteriorul roţii (fig. 12.8, *a*), şablon pentru trasat generatoarele (fig. 12.8, *b*), şabloane pentru profilul dinţilor pe conurile suplimentare.

Pentru uşurinţa confecţionării roţii conice se trasează axele de simetrie ale tuturor dinţilor, atît pe conurile suplimentare cît şi pe suprafaţa conică exterioară.

După împărţirea făcută pe conul mare se trasează generatoarele corespunzătoare axului de simetrie şi ale muchiilor din vîrful dinţilor cu şablonul din fig. 12.8, *b*. Acest şablon se roteşte într-un cep strunjit o dată cu roata conică.

12. 7. *Trasarea modelelor elicelor navale*

Modelul elicelor navale poate fi cu una sau cu mai multe pale fixate pe un butuc. În cazul elicelor de diametre mari, formarea se execută cu ajutorul modelelor cu o singură pală, prin rotirea succesivă a modelului pentru formarea tuturor palelor.

Elicele pot fi cu pas constant sau variabil. Dacă se desfăşoară o secţiune cilindrică, atunci suprafaţa activă apare rectilinie pentru elicele cu pas constant şi curbilinie pentru cele cu pas variabil. În orice secţiune cilindrică, nedesfăşurată, suprafaţa activă este situată pe o elice al cărui pas este egal cu pasul elicei.

În fig. 12.9, *a* se poate vedea sistemul de cotare al unei elice. Pentru o mai uşoară înţelegere în fig. 12.9, *b* sînt desenate suprapus cîteva secţiuni cilindrice printr-o pală a elicei. Linia înclinată reprezintă forma de şurub (elicoidală) a drumului parcurs de suprafaţa activă dacă elicea avansează cu un pas.

Controlul elicei prin trasaj constă din verificarea pasului într-un număr de secţiuni circulare indicate în desenul palei.

Dacă se construiesc un număr de şabloane din tablă sau placaj de forma suprafeţei triunghiulare haşurate cu linii verticale în fig.12.9, *b* şi se îndoiesc după circumferinţa indicată, atunci laturile orizontale ale acestor şabloane se vor afla într-un plan perpendicular pe axa elicei (fig. 12.10, *a*).

Verificarea pasului cu astfel de şabloane spaţiale este incomod de realizat, deoarece este necesar un număr de şabloane egal cu acela al secţiunilor circulare în care se verifică.

Cel mai uşor control este făcut prin procedeul cu braţul rotitor şi tijă gradate. Prin acest procedeu se măsoară deplasarea pe verticală *CB* (fig. 12.10, *b*) ce rezultă la o rotire a braţului cu unghiul α (fig. 12.10, *c*).

Scanned with OKEN Scanner

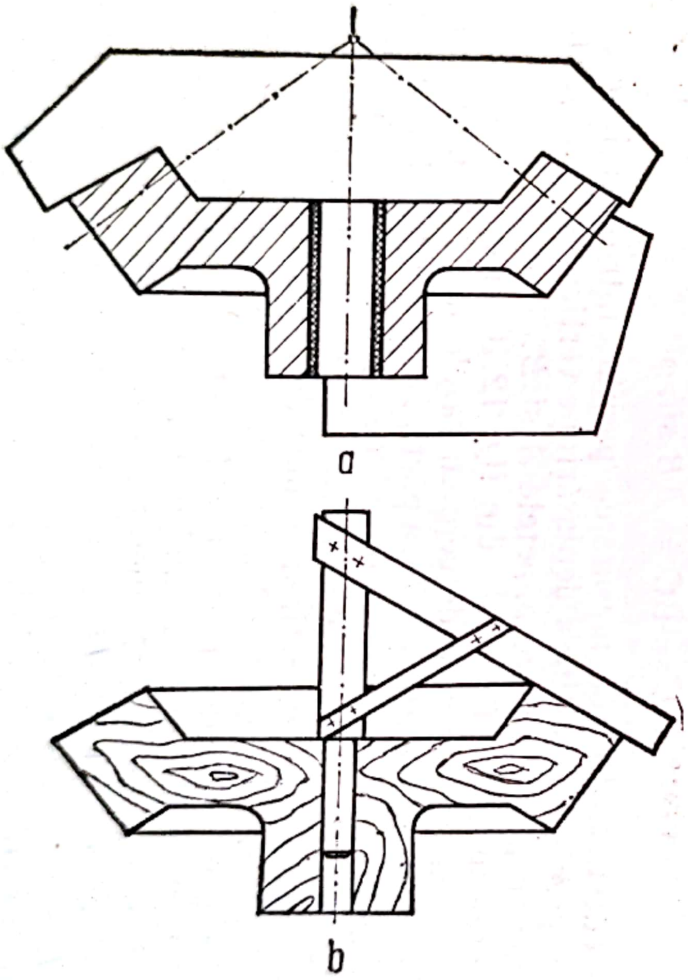


Fig. 12.8

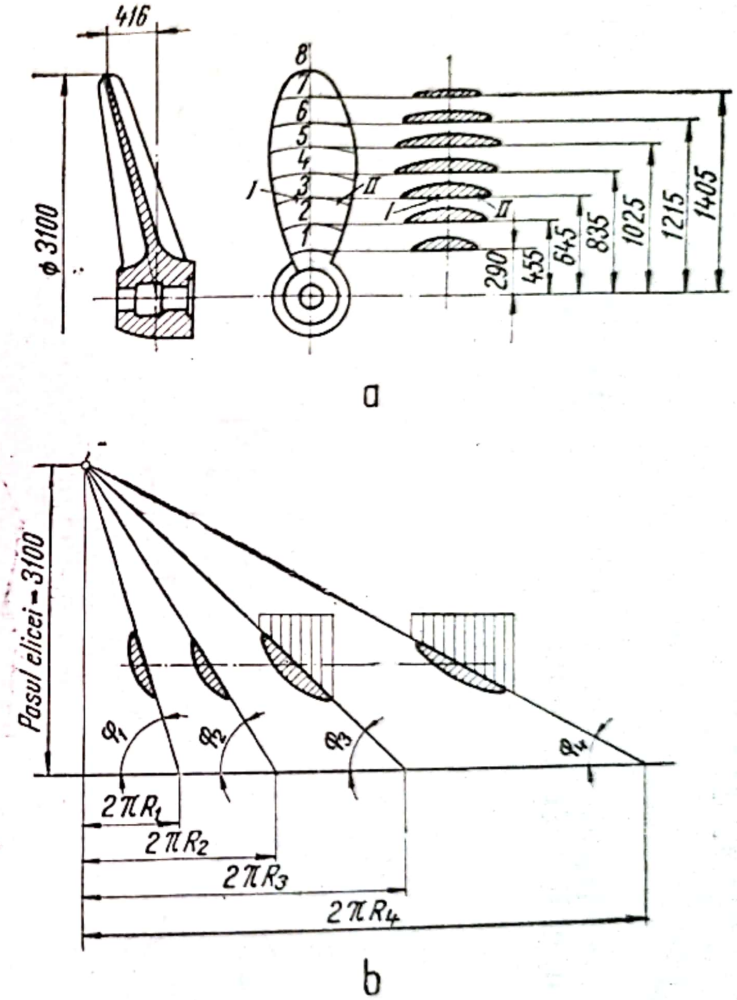


Fig. 12.9

Datorită acestei rotiri, vîrful tijei s-a deplasat din A în B. Se poate calcula deplasarea AC într-un plan orizontal a tijei:

$$AC = \pi D \frac{\alpha^\circ}{360^\circ}.$$

Pentru secțiunea circulară desfășurată în care se face verificarea pasului, unghiul de înclinare al pantei elicei φ° este dat de relația

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\text{Pasul elicei}}{\pi D}.$$

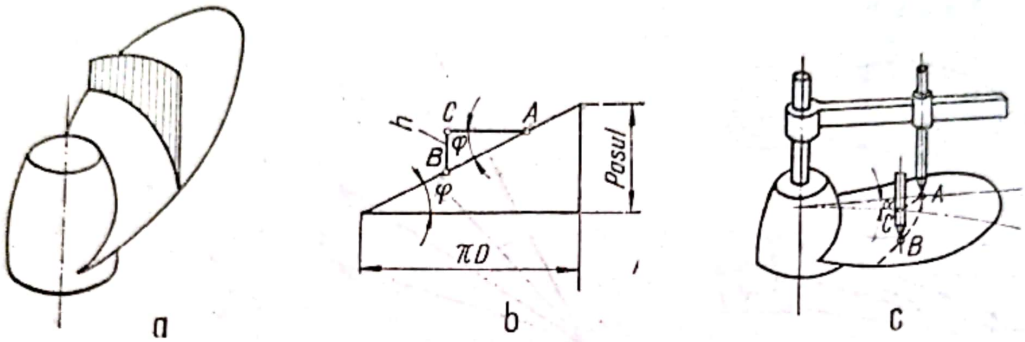


Fig. 12.10

Din fig. 12.10, *b* se vede că

$$h = BC = AB \sin \varphi$$

Se dovedește astfel că măsurarea pasului într-o secțiune circulară depinde de precizia de citire a deplasării pe verticală a riglei și a lungimii pe elice trasate pe pală între punctele A și B.

Verificarea modelului de pală din fig. 12.10 începe prin trasarea pe suprafața activă a unor arce de cerc cu razele indicate în fig. 12.9, *a*. Aceste arce vor fi împărțite în cîteva părți. De preferință lungimile L ale acestor diviziuni vor fi numere întregi de ordinul sutelor de milimetri (100; 200; 300), pentru ca deplasările verticale ale riglei să poată fi calculate mai ușor. Împărțirea se face de o parte și de alta a liniei mediane, după cum se poate vedea în figură în secțiunea *3* (fig. 12.9, *a*).

În vederea verificărilor pasului se întocmește un tabel, asemănător cu tabelul 12.2, pentru a se urmări mai ușor valoarea abaterilor și compararea lor cu cele admise. Numerotarea diviziunilor se face de la axa mediană. Numerele cu soț, *II*, se consideră spre muchia de atac și cele fără soț, *I*, spre muchia de scurgere.

În ultimele coloane ale tabelului se trec, pentru fiecare rază, valorile înălțimilor h dintre punctul situat pe linia mediană și fiecare diviziune. În tabel se scrie cota nominală (conform desenului, h desen) și cota măsurată pe model, h model.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 12.2

Centralizator pentru controlul elicei

Secțiunea		Lungimea palei în secțiune	Unghiul elicei în secțiune				Deplasarea pe verticală a riglei					
							Diviziunea I			Diviziunea II		
Nr.	Raza		ctg φ°	tg φ°	sin φ°	φ°	L	h desen	L	h model	h desen	h model
1	290	255	0,5858	1,7067	0,8628	59°38′	150	129,42	250		215,70	
2	455	288	0,9191	1,0881	0,7363	47°25′	150	110,44	250		184,07	
3	645	342	1,3029	0,7673	0,6087	37°30′	150	91,30	300		182,60	
4	835	381	1,6867	0,5930	0,5100	30°40′	200	102	350		178,50	
5	1025	400	2,0705	0,4831	0,4350	25°47′	200	87	400		174	
6	1215	366	2,4543	0,4074	0,3773	22°10′	200	75,46	350		132,05	
7	1405	255	3,0910	0,3236	0,3079	17°56′	150	46,18	250		76,97	
8	1550	vîrf	3,1313	0,3195	0,3043	17°43′	—	—	—		—	

Scanned with OKEN Scanner

Se dau mai jos cîteva indicații pentru efectuarea mai ușoară a calculelor necesare întocmirii tabelului.

Unghiul de înclinare a elicei în secțiunile circulare se va determina cu formula

$$\operatorname{ctg} \varphi^{\circ} = \frac{\pi}{\text{Pas}} D.$$

Pentru aceasta se împarte 3,1416 la pasul elicei, în cazul de față 3,1416 : 3100 = 0,00101. Acest număr se înmulțește pe rînd cu dublul razei la care se fac secțiunile prin pală. Valoarea găsită este cotangenta unghiului de înclinare a elicei în secțiunea respectivă.

Scanned with OKEN Scanner

Bibliografie

1. *Andreev, V. A.* ş.a. **Rasceot i postroenie konturov samaleota na plaze.** Moskva, Maşghiz, 1960.
2. *Atkins, E. Arthur.* **Practical Sheet and plate metal warx.** London, Isaac Pitman, 1947.
3. *Bentfeldt, Johannes.* **Diagonal — Abwicklungen im Schiefbau.** Leipzig, Fachbuchverlag, 1955.
4. *Betterleym, L.* **Sheet metal Drafting.** New York, Ed. Mo Graw Hill, 1961.
5. *Botez E.* **Capete divizoare.** Bucureşti, Edit. tehnică, 1962.
6. *Botez, St.* **Curs de geometrie descriptivă.** Bucureşti, Edit. didactică şi pedagogică, 1965.
7. *Brodeanski, I. N.* **Razmetka svarnih fasonih ceastei truboprovodov.** Leningrad, Gostoptehizdat, 1963.
8. *Bundjulov, ST. V.* ş.a. **Desfăşuratele pieselor din tablă.** Bucureşti Edit. tehnică, 1964.
9. *Cerkasin, V. I.* **Peredoviie metodi lekalnih rabot.** Moskva, Maşghiz, 1962.
10. *Comolette, Giuseppe.* **Il lattoniere.** La practica lavorazione dei metalli in lastra in tutte le sue applicazioni. Milano, Hoelpi, 1959.
11. *Cotant, G.* **Traçage des métaux en feuiles. Paris,** Dunod, 1959.
12. *Demkovski, P.N.* **Bazele teoretice ale trasajului şi mecanizarea acestui proces.** Bucureşti, I.D.T., 1962.
13. *Desevoi, M.G.* ş.a. **Spravocinik razmetcika-maşinostroitelia.** Moskva, Maşghiz, 1962.
14. *Dorl, Arno.* **Das Vorzeichnen im Kassel und Apparatebau.** Berlin, Springer, 1957.
15. *Dragulin, M.* **Cartea modelierului. Bucureşti,** Edit. tehnică, 1964.
16. *Epifantev, V.I.* **Elementî cercenii i razmetki.** Kiev. Gostehizdat, 1961.
17. *Ghilezan, A.* şi *Septilici, R.* **Aparate şi metode de măsurare şi control în construcţia de maşini.** Bucureşti, Edit. didactică şi pedagogiaă, 1961.
18. *Giusseppe, Casini.* **Calcule e disegno meccanico per designatori operai e tracciatori.** Sesta edizione Milano, Vorlico Hoelpi, 1961.
19. *Girleanu, L.* şi *Neacşu, C.* **Îndrumar pentru pregătirea practică în atelierul şcoală.** Bucureşti, Edit. didactică şi pedagogică, 1963.
20. *Grinberg, D. E.* **Trasatorul din atelierele mecanice.** Bucureşti, I.D.T., 1960.
21. *Juravlev, B. A.* şi *Linitin, S. N.* **Cartea tinichigiului.** Bucureşti, Edit. tehnică, 1961.
22. *Kasper Schürba, Lorenz.* **Die Klotoide als trassierungselement.** Bonn, Dümmbers, 1961.
23. *Kommisarov, V. I.* **Curs general de lăcătuşerie.** Bucureşti, Edit. didactică şi pedagogică, 1959.

Scanned with OKEN Scanner

24. *Krasilnikov, I.I.* **Rationalnîi raskroi metalla.** Moskva, Maşghiz, 1961.
25. *Kuznetov, N. S.* **Scule şi dispozitive pentru trasatori.** Bucureşti, Edit. tehnică, 1960.
26. *Lalu, I.* **Manualul modelierului.** Bucureşti, Edit. didactică şi pedagogică, 1963.
27. *Laskowski, M.* şi *John, G.* **Praktische Blechabwiclungen.** Berlin, Verlag Tehnik, 1965.
28. *Lăzărescu, I. D.* **Toleranţe, ajustaje, calibre.** Bucureşti, Edit. tehnică, 1963.
29. *Maass,* Erwin. **Die Kelemnerei.** Leipzig, Fachbuchverlag, 1956.
30. *Mauri, H.* **Das Aureissen in Maschinbau werkealten.** Berlin, Springer, 1964.
31. *Meyer, Leo A.* **Sheet Metal layout.** New York, Mc. Graw Hill, 1961.
32. *Mirosnicenko, B. I.* **Povişenie proizvoditelnosti truda na razmetke.** Moskva, Maşghiz, 1963.
33. *Moga, Al.* **Instrumente şi aparate de măsurare.** Bucureşti, Edit. tehnică, 1962.
34. *Motiko, A S.* şi *Ostrovski, N. D.* **Razvertki poverhnostei listovîh izdelii.** Moskva, Maşghiz, 1961.
35. *Nikonov, S. N.* şi *Pankratov, V. P.* **Sudovoi razmetcik.** Leningrad, Sudpromghiz 1962.
36. *Pokişcenko, V. F.* **Supravocinik rabocego** — plazovşcika. Leningrad, Sudpromghiz, 1961.
37. *Pugacev, A. S.* **Razvertki elementov listovîh konstrukţii.** Leningrad, Sudpromghiz, 1963.
38. *Rabinovici, I* **Toleranţe şi ajustaje.** Bucureşti, Edit. tehnică, 1964.
39. *Răducu, V.* şi *Teodorescu, P.* **Cartea lăcătuşului.** Bucureşti, Edit. Tehnică, 1961.
40. *Revenko, I. G.* **Razmetka metallokonstrukţii.** Moskva, Stroiizdat, 1964.
41. *Rozin, A.I.* **Cartea sculerului.** Bucureşti, Edit. tehnică, 1963.
42. *Saburov, K.S.* **Opît razmetki detalei sudovogo korpuska. .** Leningrad, Sudpromghiz, 1958.
43. *Sahov, A. I.* şi *Belin, P. I.* **Razbivka i razmetka sudov na plaze.** Leningrad, Sudpromghiz, 1958.
44. *Sburlan, C.* şi *Ceapă, V.* **Manualul lăcătuşului constructor de nave.** Bucureşti, Edit. didactică şi pedagogică, 1964.
45. *Scrumala, M.* **Tehnologia fabricaţiei navei.** Bucureşti, Edit. didactică şi pedagogică, 1964.
46. *Serpov, B. I.* ş.a. **Razmetka pri masştabnoi razbivke korpuska.** Leningrad, Sudpromghiz, 1962.
47. *Stănescu, C.* **Trasarea.** Bucureşti, Edit. didactică şi pedagogică 1961.
48. * * * **Metode raţionale de trasare în construcţii metalice şi cazangerie.** I.D.T., 1966.
49. * * * **Guide practique du tracé des pièces en aciermoulé.** Paris, Editions Techniques des Industries de la Fonderie, 1960.
50. * * * **Măsuri şi aparate de măsurat lungimi.** ESIO, 1957.
51. *Inskolkowski, Z.* **Transowanie optyczne i ciecle automatyczne.** In „Budown Okretowe", Varşovia, nr. 3 şi 5, 1960.
52. *Loftus, M. W.* **Scule pentru trasarea precisă a arcurilor mari.** In: „Prel. met.", caiet selectiv 2, nr. 3, mar. 1964 (Traducere din „Mach. Mod.", nr. 656, 1963).
53. **Marching OUT** (Maşina de trasat). In „Prod. Technol.", Anglia, 1, nr. 6, sep. 1963.
54. **Marching OUT** (Maşina de trasat). In „Aircraft Prod.", Anglia, 24, nr. 8, aug. 1962.

Scanned with OKEN Scanner

55. *Pokriscenko*, V. F. ş.a. **Iz opita raboti zavoda po masştabnoi razbivke teoreticesckovo certeja.** In „Sudostroenie", U.R.S.S , nr. 2, febr. 1960.
56. *Kriepke*, *J.* şi *Meyer*, *K.* **Trasaj optic** (Optische Anzeichen — Anlagen) In „Werkstatt und Betrieb", R.F.a Germaniei, 98, nr. 11 nov. 1965.
57. * * * **Spectro Photoscribe layout processe** (Procedeu de reproducere fotografică a desenelor pentru trasaj). In „Machinery", Anglia, 103, nr. 2656, oct. 1963.
58. * * * **Camera — projector specds optical marking-out.** In „Metalwork"., Product, 109, nr. 33, 18 aug. 1965.
59. * * * **A new optical system simplifies marking aut and dimensional e ecking.** In „Mass Product", Anglia, 41, nr. 8, aug. 1965.
60. * * * **La reproduction photomecanique.** In „Metalurgie et constr. mec., " Franţa, 96, nr. 12, dec. 1964.

Scanned with OKEN Scanner

Cuprinsul

1. *Generalități* 5

1.1. Obiectul și scopul trasării 5
1.2. Organizarea locului de muncă al trasatorului 6
1.3. Măsuri de protecția muncii la operațiile de trasare 6

2. *Construcții geometrice* 8

2.1. Construcții de linii drepte, perpendiculare și paralele 8
2.2. Construcții de unghiuri și împărțirea unghiurilor 11
2.3. Construcții de triunghiuri 15
2.4. Construcții de patrulatere 16
2.5. Construcții de cercuri și elemente ale cercului 19
2.6. Construcții de poligoane regulate 27
2.7. Funcții trigonometrice 30
2.8. Construcții de curbe formate din arce de cerc 37
2.9. Construcții de curbe plane (conice) 39
2.10. Construcții de spirale 45
2.11. Construcții de sinusoide 48
2.12. Construcții de elice 48
2.13. Construcții de curbe ciclice 50
2.14. Construcții de racordări 52

3. *Desfășuratele corpurilor geometrice și ale intersecțiilor acestora* 52

3.1. Desfășuratele corpurilor geometrice 52
3.2. Intersecția dintre doi cilindri cu diametre diferite și axe perpendiculare 67
3.3. Intersecția sub un unghi oarecare a doi cilindri de diametre diferite 68
3.4. Intersecția dintre un cilindru și o prismă 69
3.5. Intersecția dintre un cilindru și un con ce pătrunde oblic în cilindru 70
3.6. Intersecția dintre un cilindru și un poliedru 71
3.7. Intersecția unui cilindru cu o suprafață elicoidală dreaptă, cu axe paralele 72
3.8. Racordarea unei secțiuni circulare la o secțiune pătrată 73
3.9. Intersecția unui cilindru cu o sferă 75
3.10. Intersecția dintre un con și o sferă 76

4. *Măsuri și aparate de măsurat mărimi geometrice* 78

4.1. Clasificarea măsurilor și aparatelor de măsurat mărimi geometrice 78

4.2. Măsuri şi aparate de măsurat lungimi 79
4.3. Instrumente de măsurat unghiuri şi conicităţi 103

5. *Toleranţe şi ajustaje* 111

5.1. Generalităţi 111
5.2. Definiţii. Dimensiuni, abateri ,toleranţe 112
5.3. Joc. Strîngere. Ajustaj (STAS 48-52) 114
5.4. Unitate de toleranţă şi clasă de precizie 116
5.5. Sisteme de ajustaje 119
5.6. Însemnarea ajustajelor pe desen 120
5.7. Comparaţie între diferite sisteme de toleranţe 122

6. *Scule şi utilaje pentru trasare* 124

6.1. Mese de trasare 124
6.2. Cutii de trasare 125
6.3. Prisme 125
6.4. Suporturi 129
6.5. Dispozitive pentru prinderea pieselor 132
6.6. Centre false 132
6.7. Dispozitive pentru determinarea centrelor 135
6 8. Ace de trasat 139
6.9 Lineale 140
6.10. Paraleluri 141
6.11. Compasuri de trasat 146
6.12. Şublere de trasaj 151
6.13. Şabloane de trasaj 152
6.14. Punctatoare 153
6.15. Utilaje pentru trasarea în construcţia de nave 157
6.16. Materiale pentru scule de trasat 159
6.17. Întreţinerea sculelor de trasat 161

7. *Trasarea în atelierele mecanice* 162

7.1. Pregătirea pieselor pentru trasare 162
7.2. Prinderea pieselor 163
7.3. Reguli pentru executarea trasării 164
7.4. Metode de trasare 172
7.5. Exemple practice de trasare 186

8. *Trasarea în tinichigerie* 209

8.1. Trasarea lucrărilor simple de tinichigerie 209
8.2. Trasarea lucrărilor complexe de tinichigerie 217
8.3. Trasarea economică 229

9. *Trasarea în cazangerie* 232

9.1. Trasarea fundurilor 232
9.2. Trasarea virolelor cilindrice 235
9.3. Trasarea rezervoarelor sferice 238
9.4. Trasarea unui rezervor paralelipipedic 240
9.5. Trasarea unei căldări cu două ţevi de foc 242

Scanned with OKEN Scanner

10. *Trasarea construcțiilor metalice* 244

10.1. Reprezentarea pe desen a construcțiilor metalice..... 244
10.2. Trasarea unei ferme 248

11. *Trasarea în construcții navale* 250

11.1. Nomenclatura și mărimile caracteristice ale corpului navei..... 250
11.2. Trasarea clasică în construcții navale..... 251
11.3. Trasarea modernă în construcții navale..... 287

12. *Trasarea în modelărie* 293

12.1. Trasarea de execuție 293
12.2. Trasarea unui sfert de bandaj..... 295
12.3. Trasarea unui cot de țeavă..... 295
12.4. Trasarea cercurilor înscrise pentru răcire 296
12.5 Trasarea modelelor roților dințate cilindrice 297
12.6. Trasarea modelelor roților dințate conice 299
12.7. Trasarea modelelor elicelor navale 302

Bibliografie 307

Redactor responsabil :
Ing. MARIA ANTOINETTE IONESCU
Tehnoredactor : ELLY GORUN

Dat la cules 09.08.1967. Bun de tipar 20.02.1968. Apărut 1968. Tiraj 5 000 + 140 broșate. Hîrtie pentru tipar înalt tip A de 63 g/m², 610×860/16. Coli editoriale 17,56. Coli de tipar 19,50. A. 13730/1967. C.Z. pentru bibliotecile mari 621.751. C.Z. pentru bibliotecile mici 621

Tiparul executat sub comanda nr. 698 la
Intreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918"
Str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97, București
Republica Socialistă România

Scanned with OKEN Scanner